

INTRODUCTION

A L'ÉTUDE

DE

La Chimie

PAR

LA THÉORIE ATOMIQUE.

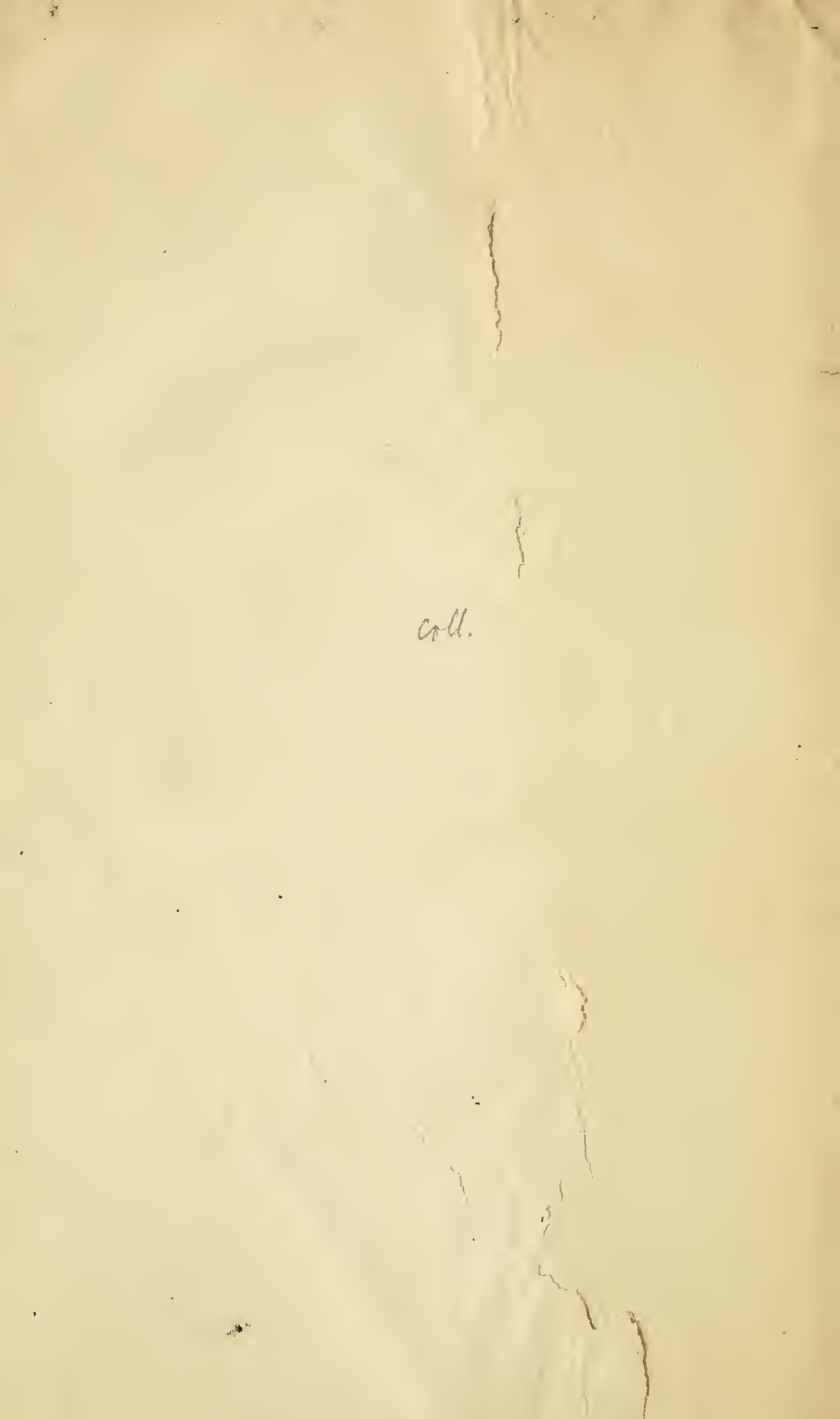
Par A. Baudrimont.

PARIS.

LOUIS COLAS, ÉDITEUR DU JOURNAL DE PHARMACIE,
RUE DAUPHINE, N° 32;

CROCHARD, LIBRAIRE,
PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE.

1834.


Coll.

INTRODUCTION

A L'ÉTUDE DE LA CHIMIE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE CASIMIR,
Rue de la Vieille-Monnaie, n° 12.

INTRODUCTION

A L'ÉTUDE

DE LA CHIMIE

PAR LA THÉORIE ATOMIQUE;

PAR A. BAUDRIMONT.

PARIS.

LOUIS COLAS, ÉDITEUR DU JOURNAL DE PHARMACIE,
RUE DAUPHINE, N° 32;
CROCHARD, LIBRAIRE,
PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE.

1833.

Au Baron Thenard,

PAIR DE FRANCE, MEMBRE DE L'INSTITUT, ETC.

MONSIEUR,

La théorie atomique appliquée à la chimie a fait tant de progrès depuis un petit nombre d'années, son utilité est si grande et ses résultats sont si nombreux, qu'il ne lui manque rien pour qu'elle devienne une science vulgaire. Cependant un préjugé s'y est opposé jusqu'à présent : on a pensé qu'elle ne pouvait

être comprise que par ceux qui avaient déjà acquis des connaissances profondes en chimie. Une étude long-temps continuée de ce sujet et quelques essais m'ont appris, au contraire, qu'elle pouvait servir d'introduction à l'étude de cette science.

Pour atteindre ce but, j'ai dû adopter la méthode synthétique, et il m'a fallu chercher à placer les atomes dans toutes les circonstances qui sont étudiées par les chimistes. Si ces recherches m'ont quelquefois mis en contradiction avec l'opinion générale, il faudra que l'on s'en prenne aux atomes qui m'y auront conduit.

C'est à vous, Monsieur, qui n'avez jamais vu dans les théories que des liens

pour enchaîner les faits; vous qui, par vos travaux, semblez avoir consacré votre vie à l'instruction des hommes, c'est à votre jugement sévère et à votre saine philosophie que je soumets cet opuscule, en vous priant de vouloir bien en accepter la dédicace comme un faible témoignage du profond respect de celui qui a l'honneur de vous saluer.

BAUDRIMONT.

VALEUR

DES SIGNES EMPLOYÉS DANS CET OUVRAGE (1).

p	poids d'un atome.
v	volume d'un atome.
d	densité d'un atome.
n	nombre d'atomes.
Δ ou X	atome indéterminé.
P	poids d'une masse d'atomes.
V	volume apparent d'une masse d'atomes.
D	densité d'une masse d'atomes.
$C\ sp$	calorique spécifique.
∞	quantité *indéterminée*.
$=$	égale.
$+$	plus.
$-$	moins.
$\times$	multiplié par.
——	divisé par. EXEMPLE : $\frac{4}{2} = 4$ divisé par 2.
$>$	plus grand que.
$<$	plus petit que.

EXEMPLE :

$a > b =$ a plus grand que b, et $b < a =$ b plus petit que a.

(1) Comme j'ai cherché à le mettre à la portée de tous, on ne trouvera pas étonnant que je donne ici l'explication des signes employés en algèbre.

INTRODUCTION

A L'ÉTUDE DE LA CHIMIE.

PREMIÈRE PARTIE.

On donne les noms de *substance*, de *corps* et de *matière* à ce qui est *étendu*, *impénétrable* et *indestructible*. Propriétés de la matière.

§ I. — A. La matière est nécessairement étendue selon les trois dimensions : longueur, largeur et épaisseur ; car la longueur seule, et la longueur réunie à la largeur, ne constituent que les lignes et les surfaces, qui n'ont aucune épaisseur et ne peuvent nous donner une idée d'un corps. La *matière* n'est pas la seule chose qui soit étendue dans les trois dimensions ; l'*espace* l'est aussi, mais, pour lui, chacune de ces dimensions *est infinie*. Il faut donc ajouter que la matière est limitée et que l'espace est sans bornes. Étendue.

B. On donne le nom d'*impénétrabilité* à la propriété qui fait que la matière ne peut être ré- Impénétrabilité.

duite à un volume infiniment plus petit que le sien (1). § IV, B, 2°.

Indestructibilité.

C. De ce que la matière occupe un volume qui ne peut être réduit au néant, on peut conclure immédiatement qu'elle est *indestructible*. C'est effectivement ce qui est prouvé par l'expérience de tous les jours, et, sans cette propriété, il n'y aurait point d'analyse chimique possible.

Propriétés des masses d'atomes.

§ II. — La matière est encore *divisible*, *poreuse*, *compressible*, *expansible* et *élastique*.

Divisibilité.

A. La matière est évidemment *divisible*, puisque, quelle que soit sa nature, on peut la partager dans tous les sens; mais on peut se demander si cette division, à l'aide d'instrumens assez parfaits, pourrait être portée jusqu'à l'infini, ou bien si elle aurait un terme? Il est des physiciens qui pensent que la matière est divi-

(1) Pour se rendre compte de l'impénétrabilité et pour la faire comprendre, les physiciens disent ordinairement que *c'est elle qui fait que deux corps ne peuvent occuper le même espace dans le même temps*. Cela ne rend pas le fait très-sensible lorsqu'on pense aux corps compressibles, mais cela devient plus évident lorsqu'on songe aux corps durs, comme l'ivoire et les métaux. Nous verrons bientôt que l'on ne se rend un compte exact de cette propriété, qu'en la considérant dans les atomes.

sible jusqu'à l'infini; il en est qui admettent le contraire, et enfin il en est qui doutent. Les premiers disent : Supposez mentalement que vous partagez un corps en deux, chacune de ses moitiés en deux autres moitiés et ainsi de suite jusqu'à l'infini; ne vous paraît-il pas possible que la division de la matière n'ait point de bornes? Ils pensent encore prouver la même chose par les incommensurables; ils disent que l'étendue(1) ne peut être composée d'indivisibles; car si, par exemple, le côté du carré était formé d'indivisibles, il en contiendrait un certain nombre; chacune de ces parties indivisibles serait aliquote de ce côté, et ne pourrait devenir aliquote de la diagonale du même carré, etc. On peut aussi tendre à prouver la même chose par induction, en faisant voir qu'une parcelle de matière colorante, soit de la cochenille, soit de l'indigo, suffit pour colorer sensiblement une grande quantité d'eau. On cite les corps odorants qui ont une diffusibilité réellement étonnante. On fait encore remarquer les animalcules microscopiques qui échappent à la vue simple et qui sont formés d'organes contenant des nerfs,

(1) Il faut remarquer contre ce raisonnement que l'étendue n'est pas la matière, mais qu'elle en est seulement une propriété.

des vaisseaux, etc. Si ceux qui disent cela avaient vu de ces animalcules, ils sauraient qu'ils sont entièrement formés de globules aussi gros que ceux qui entrent dans la composition de nos organes, et qu'il n'y a chez eux ni nerfs, ni vaisseaux. Cela démontre bien toutefois la grande divisibilité de la matière, mais ne prouve pas qu'elle puisse avoir lieu jusqu'à l'infini.

On peut répondre aux raisonnemens qui précèdent : 1° Que parce qu'ils ont pu être faits, cela ne veut pas dire qu'ils soient tous applicables à la matière ; 2° Que, pour que l'on puisse considérer une infinité de couches dans un espace fini, quelque grand qu'il soit, il faut supposer ces couches sans épaisseur, c'est-à-dire sans existence matérielle, mais seulement comme une chose abstraite ; 3° Que ceux qui admettent le premier raisonnement se font une fausse idée de l'infini : car une chose de cette nature ne peut être représentée par un nombre, tandis qu'au contraire, cela pourrait toujours avoir lieu pour exprimer la quantité de divisions que l'on ferait subir à un corps, quelque grande qu'elle pût être. 4° On peut ajouter enfin, que la matière étant étendue, elle doit être formée de parties étendues. Que l'on suppose maintenant ces parties aussi minimes qu'on le voudra,

on verra qu'il faut *nécessairement* que sa divisibilité ait un terme.

C'est aux dernières portions résultant de la division de la matière, que l'on a donné les noms de *particules*, de *corpuscules*, de *molécules* (1) ou d'*atomes* (2). Ce dernier mot sera employé préférablement aux autres, parce qu'il exprime parfaitement une chose indivisible. Atomes.

B. Plusieurs corps peuvent s'imbiber de liquide, comme la craie; d'autres qui ne jouissent pas de cette propriété, comme les métaux, se contractent par un abaissement de température. Pour expliquer ces faits, on a admis dans la matière des espaces vides qui lui permettent de recevoir des corps étrangers sans augmenter de volume, ou de se contracter sur elle-même : c'est à la propriété qui permet cela, que l'on a donné le nom de *porosité*. Il est facile de voir que les espaces n'existent qu'entre les atomes. Porosité.

C. La *compressibilité* de la matière consiste en Compressibilité.

(1) Le mot *molécule* est quelquefois employé pour exprimer une masse d'atomes : une *molécule constituante* est simple, et une *molécule intégrante* est composée.

(2) Ce mot vient de l'α privatif des Grecs, joint au verbe τέμνω, couper. *Atome* veut dire *qui ne peut être partagé*.

ce que, par la pression, elle peut être réduite à un moindre volume. La compressibilité doit avoir un terme qui est déterminé par le contact des molécules qui sont tout-à-fait inaltérables.

Dilatabilité. D. La *dilatabilité* ou *expansibilité* est une propriété tout-à-fait opposée à la compressibilité ; elle est produite par l'écartement des atomes.

Élasticité. E. L'*élasticité* réside dans la propriété que possède la matière de revenir sur elle-même lorsqu'elle a été déformée, comme un ressort que l'on plie, ou une bille d'ivoire qu'on lance contre un plan résistant : cela tient à ce que les molécules que l'on a déplacées reprennent rapidement leur équilibre.

Propriétés de rapports. § III. — La matière est *pesante*, et j'admets qu'elle est également *calorifique*, *photogène* et *électrique*; mais je ne parlerai que de la première de ces propriétés, les autres s'éloignant du but que je me propose.

Pesanteur. C'est par l'observation que l'on a appris que la matière était pesante ; cette propriété fait qu'un corps abandonné à une certaine distance de la surface de la terre, s'y précipite en se dirigeant vers son centre de gravité. Le poids d'un corps est égal à l'effort nécessaire pour faire équilibre à sa force de gravitation. Il n'y a point de moyen absolu pour

exprimer le poids d'un corps; on ne peut le faire que par comparaison. L'unité que l'on a choisie est un centimètre cube d'eau distillée, à + 4° cent., et auquel on a donné le nom de gramme.

§ IV. — A. On peut distinguer les propriétés de la matière : 1° en *propriétés essentielles*; ce sont celles qui seraient inhérentes à une seule particule isolée dans l'espace; ces propriétés sont : l'*étendue*, l'*impénétrabilité* et l'*indestructibilité*; elles sont comprises dans le § I; 2° en *propriétés des masses*, comme la *divisibilité*, la *porosité*, etc.; elles sont comprises dans le § II; 3° en *propriétés de rapports*, telles que la *pesanteur*, la *caloricité*, etc., renfermées dans le § III. Classification des propriétés de la matière.

B. Il résulte de ce qui précède : 1° que le volume apparent d'une masse d'atomes est plus grand que le volume absolu de ces atomes, puisqu'ils ne se touchent pas; 2° que l'on ne peut se faire une juste idée de l'*impénétrabilité* de la matière, qu'en considérant cette propriété dans les atomes qui la possèdent d'une manière absolue; tandis que les masses sont réellement susceptibles de pénétration jusqu'à ce qu'on ait opéré le contact des atomes; 3° que l'*indestructibilité* est une conséquence rigoureuse de l'impénétrabilité; 4° que la *divisibilité* n'est qu'une propriété relative aux masses et non point aux

atomes; 5° que la pesanteur, quoique inhérente aux atomes, serait sans effet s'il n'en existait qu'un seul dans l'univers.

Élémens. § V. — A. Par une multitude d'expériences et d'observations, on s'est aperçu qu'il y avait plusieurs espèces de matières que l'on n'a pu transformer les unes dans les autres, et qu'une de ces matières, quel que soit le traitement qu'on lui fasse subir, donne toujours la même substance jouissant des mêmes propriétés. Une matière qui se comporte ainsi, est considérée comme un *élément* et porte le nom de *corps simple*. On est ainsi conduit à admettre des atomes de natures différentes : l'or, le plomb, le soufre, étant considérés comme simples ou indécomposés, il y a des atomes d'or, de plomb et de soufre, dont on n'a pu altérer la nature.

Toutes les investigations des chimistes n'ont encore fait connaître qu'un très-petit nombre d'élémens; c'est par leur réunion en différentes proportions, que tous les corps connus se trouvent formés.

États des corps. B. Tous les corps connus, simples ou composés, existent sous trois *états* différens : 1° *solides*, comme le fer parmi les corps simples, et le marbre parmi les corps composés; 2° *liquides*, comme le mercure parmi les premiers, et l'eau parmi les seconds; 3° *gazeux*, comme

l'air qui est composé, et comme ses élémens qui sont simples.

C. La réunion des *corps simples* pour former des corps composés, peut avoir lieu par le rapprochement des atomes de ces corps de natures différentes. Si cet arrangement moléculaire se fait dans un rapport simple, relatif au nombre des atomes, et surtout si le corps composé qui en résulte est susceptible de prendre une forme régulière, on donne à cette espèce de corps composé le nom de *combinaison*. Combinaison.

Il faut remarquer qu'un corps peut être *composé* sans être *combiné*.

D. Une combinaison ayant lieu par le rapprochement des atomes des corps, pour qu'elle puisse s'effectuer, il faut nécessairement permettre à ces atomes de se mouvoir ; on parvient à les rendre mobiles en les écartant, soit par la *fusion* au moyen de la chaleur, soit par la *dissolution* dans un véhicule quelconque (1). L'action qui préside à l'union des corps, se nomme *combinaison*, aussi bien que le corps composé qui résulte de cette union.

---

(1) Cette réaction paraît quelquefois avoir lieu entre des corps solides, comme entre la chaux et la glace ; mais il est bien évident qu'ils ne peuvent s'unir sans que leurs molécules deviennent mobiles.

Densité.

§ VI. — A. On s'est aperçu par expérience que, sous des volumes égaux, les corps avaient des poids différens, et l'on a donné le nom de *densité* au rapport qui exprime la relation qui existe entre le poids et le volume. Les densités ne peuvent être exprimées d'une manière absolue; on ne peut le faire que d'une manière *relative*. L'eau à la température de 15° est ordinairement prise pour terme de comparaison des corps *solides* ou *liquides*, et l'air à la température de la glace fondante, et sous une pression atmosphérique égale à 0 mèt. 76 de mercure, est pris pour unité comparative des corps *gazeux*. Ainsi, dire que l'argent a une densite de 10,4743, c'est exprimer qu'à volume égal, il pèse 10 fois et 4743 dix millièmes de fois plus que l'eau; c'est la même chose pour les corps gazeux, si ce n'est qu'on les compare à l'air, comme il vient d'être dit. Il faut remarquer que, dans ce dernier cas, on peut faire varier la pression et la température de deux gaz ou vapeurs que l'on compare, sans que le rapport de leurs densités change, pourvu que les variations soient égales chez chacune d'elles (1).

Poids des corps.

B. Les atomes étant indestructibles (§ I, C),

---

(1) Pourvu toutefois que l'espace ne soit point saturé de vapeurs pour la température à laquelle on opère.

et la pesanteur leur étant inhérente (§ III), il en résulte que le poids d'un corps ne peut être anéanti. On a beau le combiner avec d'autres corps, l'extraire, ou le faire changer d'état, on le retrouve toujours avec le même poids, sauf ce qui a pu être perdu dans ces diverses opérations : ainsi, un kilogramme de glace pèse toujours autant en devenant liquide, ou en se réduisant en vapeur, mais son volume varie considérablement.

En général, le poids d'un corps est inaltérable, tandis que son volume est variable : cela tient à ce que ce poids n'est relatif qu'à celui des atomes, tandis que le volume apparent d'une masse est relatif à celui des atomes qui est invariable, et à l'espace qui les sépare ; espace qui peut varier suivant certaines circonstances.

C. Les atomes étant tellement petits, qu'ils échappent à tous les moyens d'observation, on n'a pas pu les peser pour savoir s'ils avaient tous des poids égaux ou des poids différens, suivant les divers élémens. On n'a pas même pu en peser des milliards réunis pour connaître leur poids par division, car on ne peut les compter ; mais on a pu savoir, par des considérations que nous établirons bientôt, que, sous un certain poids d'une matière simple ou composée, il y avait autant d'atomes que sous un certain poids d'une autre matière également simple ou com- Poids des atomes.

posée. Le même résultat a pu être obtenu pour tous les corps simples. Mais n'est-il pas vrai que les poids que l'on a trouvés sont proportionnels à ceux des atomes, et qu'en prenant l'un d'eux pour terme de comparaison, c'est-à-dire en le regardant comme pesant 1 ou 10 ou 100, il devient possible d'établir une échelle numérique qui exprime le rapport qui existe entre les poids des atomes? Si l'on peut savoir que dans 100 grammes d'oxigène ainsi que 201 grammes de soufre, il y a autant d'atomes que dans 1294g 5 de plomb (1), il en résultera que les poids des atomes d'oxigène, de soufre et de plomb seront entre eux comme 100, 201 et 1294,5. Ces trois nombres sont ceux qui ont été adoptés comme étant les poids des atomes des trois corps qu'on vient de citer. Attendu que l'oxigène entre dans un grand nombre de combinaisons, c'est lui qui a été pris pour terme de comparaison, afin de rendre les calculs plus faciles.

On voit, dans le tableau suivant, tous les corps simples rangés par ordre alphabétique : la première colonne indique leurs noms; la deuxième,

---

(1) Ces trois corps sont considérés comme simples, attendu qu'ils n'ont encore pu être décomposés.

les caractères qui servent pour les désigner par abréviation (1), et la troisième, leurs poids relatifs.

Aluminium	Al	171,166
Antimoine	Sb	806,452
Argent	Ag	675,803
Arsenic	As	940,084
Azote	N ou Az	88,518
Barium	Ba	856,880
Bismuth	Bi	1330,377
Bore	B	68,102
Brôme	Br	489,153
Cadmium	Cd	696,767
Calcium	Ca	256,019
Carbone	C	76,528

(1) Les signes représentant les atomes simples sont formés avec la première lettre du nom de ces corps, pour ceux qui entrent dans un grand nombre de combinaisons, et avec cette première lettre et une de celles qui la suivent, pour les autres corps. Lorsque plusieurs élémens commencent par la même lettre, ou que celles qui suivent sont encore semblables, on prend les premières consonnes qui sont différentes; ainsi : Azote, Argent, Arsenic, commencent tous trois par un A, et l'on écrit Az pour l'azote ; mais Argent et Arsenic commençant tous deux par Ar, on a pris Ag et As. C'est à M. Berzélius que l'on doit cette manière simple et commode de représenter les corps, qui a fait faire plus de progrès à la chimie que la découverte de dix nouveaux corps simples. (V. § XIII, note 1.)

Cérium	Ce	574,696
Chlore	Ch ou Cl	221,325
Chrôme	Cr	351,819
Cobalt	Co	245,994
Colombium ou Tantale	Ta	1153,715
Cuivre	Cu	395,695
Étain	Sn	735,294
Fer	Fe	339,205
Fluore	F	116,900
Glucynium	G ou Be	331,261
Hydrogène	H	6,2398
Iode	I	789,750
Iridium	Ir	1233,499
Lithium	L	80,375
Magnésium	Ma	158,352
Manganèse	Mn	345,887
Mercure	Hg	1265,823
Molybdène	Mo	598,520
Nickel	Ni	369,675
Or	Au	1243,013
Osmium	Os	1244,487
Oxigène	O ou .	100,000
Palladium	Pa	665,899
Phosphore	P	392,310
Platine	Pt	1233,499
Plomb	Pb	1294,498
Potassium	K ou Po	489,916
Rhodium	R	651,387
Sélénium	Se	494,581
Silicium	Si	138,656
Sodium	Na ou So	290,897
Soufre	S	201,165

Strontium	St	587,285
Tellure	Te	403,226
Thorinium	Th	844,900
Titane	Ti	303,662
Tungstène	Tu ou W	1183,000
Urane	U	2711,358
Vanadium	V	855,840
Yttrium	Y	402,514
Zinc	Zn	403,226
Zirconium	Zr	420,220

Nota. N représente l'azote que M. Berzélius a nommé *nitricum.*
Be représente le glucynium que le même chimiste a nommé beryllium.
Hg représente le mercure ; tiré du latin hydrargyrum.
K est tiré de kalium, synonyme de potassium.
Na vient de natrium, synonyme de sodium.
W est la première lettre de wolfram qui est un des noms du tungstène.

Formules pour représenter les combinaisons.

§ VII.—A. Les combinaisons ayant lieu entre les atomes, et chaque atome étant figuré par un signe particulier, il devient facile d'exprimer toutes les combinaisons; par exemple : Zn S signifient une combinaison formée dans le rapport de 1 atome de zinc et de 1 atome de soufre.

L'oxigène a été représenté par un O ou même par un seul point pour abréger, parce qu'il entre dans un grand nombre de combinaisons, et qu'on est obligé de l'écrire très-souvent. Lorsqu'on l'indique par ce dernier signe, on le place au-dessus du corps avec lequel il est combiné : ainsi, $\dot{P}b$ a la même signification que Pb+O. Lorsqu'un corps entre pour plu-

sieurs atomes dans une combinaison, on place un chiffre à sa droite et au niveau de sa partie supérieure, comme un exposant algébrique dont, toutefois, il n'a pas la signification; $Az\,H^3$ exprime une combinaison formée d'un atome d'azote et de trois atomes d'hydrogène. Si l'atome n'est que doublé, on l'écrit avec 2 pour exposant, ou on le barre, ou on le souligne : H^2 est la même chose que ~~H~~ ou $\underline{H}$. Cependant il faut distinguer le cas suivant : ~~$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{S}$~~ est la même chose que $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{SS}$ ou $S^2\,O^5$, tandis que $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{S}{}^2$ voudrait dire $S^2\,O^{10}$, combinaison qui n'est pas connue. En général le trait barrant un signe, ou placé sous ce signe, ne double que lui, sans comprendre aucunement l'oxigène qui peut l'accompagner (1). L'exposant, au contraire, indique que l'un et l'autre sont multipliés par lui. Ce dernier chiffre n'agit que sur le caractère qui le précède immédiatement; ainsi $O\,H^2$ est égal à un d'oxigène et à deux d'hydrogène.

---

(1) Il n'est ici question que de l'oxigène; mais il faut en dire autant du soufre, du sélénium et du tellure, que M. Berzélius représente ainsi :

Soufre.	,
Sélénium.	—
Tellure.	+

Signes des combinaisons bi-binaires.

B. M. Berzelius et les chimistes actuels admettent que des corps composés se réunissent entre eux pour en former de plus composés ; c'est ainsi qu'ils expriment la composition des corps de cette nature : $\dot{K}\,\dddot{S}$. $\dot{K}\,\dddot{S}^2$. La première formule représente une combinaison formée entre un atome de potassium et un atome d'oxigène, d'une part, avec un atome de soufre et trois atomes d'oxigène, d'autre part ; la deuxième désigne un atome de potassium et un atome d'oxigène, d'une part, réunis au double d'une combinaison formée d'un atome de soufre et de trois atomes d'oxigène, d'autre part : $\dot{K}$ est de l'oxide de potassium ou potasse, et $\dddot{S}$ est de l'acide sulfurique ; la première combinaison est du sulfate de potasse, et la deuxième du bisulfate de potasse. Mais il est des corps encore plus composés que ceux-ci, dans lesquels entrent un certain nombre de molécules de l'ordre précédent ; dans ce cas-là on place un chiffre au devant : $\dot{K}\,\dddot{Si} + 3\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^3$; le 3 qui se trouve après le signe + affecte $\dddot{Al}$ et $\dddot{Si}^3$. On renferme entre deux parenthèses les signes qui sont multipliés par cette espèce de coefficient, lorsqu'ils sont suivis d'autres signes qui lui sont étrangers : dans $4\,(H^2\,C) + \dot{C}^2 + \dot{H}$, il n'y a

que ce qui est compris entre deux parenthèses qui soit multiplié par 4.

Double décomposition.

§ VIII. Les formules précédentes, employées pour exprimer la composition des corps, sont fort avantageuses, car elles permettent que l'on se rende facilement compte du résultat des réactions chimiques.

Voici quelques exemples : $Cl^2\,Hg$ = deutochlorure de mercure, et $I^2\,K$ = iodure de potassium, se transforment, par la réaction de leurs élémens, en $Cl^2\,K$ = chlorure de potassium, et en $I^2\,Hg$ = deutiodure de mercure; $\ddot{\dddot{N}}\,\dot{Ba}$ = nitrate de baryte, mis en contact avec $\dddot{S}\,\dot{K}$ = sulfate de potasse, se transforment en $\dddot{S}\,\dot{Ba}$ = sulfate de baryte et en $\ddot{\dddot{N}}\,\dot{K}$ = nitrate de potasse. Ces réactions mutuelles s'appellent *double décomposition*.

Équations chimiques.

On voit facilement que $Cl^2\,Hg + I^2\,K = Cl^2\,K + I^2\,Hg$, et que $\ddot{\dddot{N}}\,\dot{Ba} + \dddot{S}\,\dot{K} = \dddot{S}\,\dot{Ba} + \ddot{\dddot{N}}\,\dot{K}$; cela s'appelle une équation chimique. Il suffit que le même nombre d'atomes existe dans chaque membre d'une équation de ce genre, pour qu'elle soit exacte, quel que soit d'ailleurs l'arrangement relatif des atomes.

Il s'agit quelquefois de chercher quelles sont

les quantités d'atomes qui s'unissent, et l'on peut toujours y parvenir quand on connaît la nature des corps qui se forment; ainsi, si l'on veut savoir quelle est la quantité d'acide hydro-chlorique à employer pour décomposer le sulfure d'antimoine et obtenir de l'acide hydro-sulfurique, il suffit de connaître la composition du sulfure et celles des deux acides; celle du sulfure est $S^3 Sb^2$, celle de l'acide hydro-chlorique est $Cl H$, et celle de l'acide hydro-sulfurique $= S H^2$. On voit par ces formules, que le sulfure d'antimoine contient trois atomes de soufre, que l'acide hydro-sulfurique contient deux atomes d'hydrogène pour un de soufre, et que, par conséquent, il faudra six atomes d'hydrogène pour enlever tout le soufre du sulfure, et comme l'acide hydro-chlorique est formé d'un atome d'hydrogène et d'un atome de chlore, on a $S^3 Sb^2 + Cl^6 H^6 = S^3 H^6 + Cl^6 Sb^2$. Cette équation apprend aussi que les six atomes de chlore abandonnés par l'hydrogène, s'unissent avec l'antimoine pour former un chlorure qui a la composition indiquée.

§ IX. A. Il faut faire attention que, dans les formules qui précèdent, chaque signe représentant un atome, a une valeur numérique qui est proportionnelle aux poids relatifs des atomes eux-mêmes; et l'on concevra facilement que Proportions définies.

dans le bi-chlorure de mercure, qui a été cité dans les exemples précédens, les quantités pondérales de chlore et de mercure soient entre elles comme les poids des atomes de chlore et de mercure : ainsi, en prenant deux fois le poids du chlore, qui est 221,325, on a 442,650 pour le poids de deux atomes qui s'unissent à un atome de mercure dont le poids est 1265,823. Ces deux nombres sont dans le rapport des poids de chlore et de mercure qui entrent dans la composition d'une quantité quelconque de bi-chlorure de ce métal. Ce rapport est invariable pour une même combinaison, car si l'on mettait un atome de mercure de plus ou un atome de chlore de moins, on aurait une autre combinaison, jouissant de propriétés fort différentes.

Il découle de cet exemple que, toutes les combinaisons étant formées d'atomes réunis en certain nombre, il doit y avoir un rapport constant entre les poids des élémens de ces combinaisons.

On dit qu'un corps ainsi composé est en *proportions définies* ; condition qu'il faut ajouter à la définition d'une *combinaison*, § V, C.

Nombres proportionnels ou équivalens.

B. En continuant à nous servir du même exemple, on voit que, pour la composition pondérale de l'iodure de potassium, il faut prendre

deux fois le poids de l'iode = 1579,500 et une fois seulement celui de potassium qui est de 489,916; mais puisque l'équation a donné $Cl^2\ Hg + I^2\ K = I^2\ Hg + Cl^2\ K$, et qu'en substituant les poids des atomes à leurs signes représentatifs, on aurait :

$$442{,}650 \ldots\ 1265{,}823 + 1579{,}500 \ldots\ 489{,}916 =$$
$$1579{,}500 \ldots\ 1265{,}823 + 442{,}650 \ldots\ 489{,}916$$

On voit que le poids d'iode qui suffisait pour former une combinaison avec le potassium est exactement suffisant pour former une *combinaison définie* avec le mercure, et que le chlore qui était uni à ce métal est exactement la quantité nécessaire pour remplacer l'iode qui était uni au potassium. Il résulte de là que, *dans toute espèce de double décomposition, il y a un échange exact des principes élémentaires des corps mis en présence.*

C. En simplifiant l'exemple précédent, on voit que

$$\left.\begin{array}{r} 442{,}650 = Cl^2 \\ \text{et } 1579{,}500 = I^2 \end{array}\right\}$$ peuvent s'unir séparément à 1265,823 = Hg, ou à 489,916 = K.

On donne les noms de *nombres proportionnels* ou d'*équivalens chimiques* à ces nombres exprimant des quantités de matière qui peuvent se substituer les unes aux autres, pour former

des combinaisons différentes. On voit, dans l'exemple suivant, une manière très-facile de représenter cette substitution :

$$\text{on a } \left\{ \frac{K\ \ I^2}{Cl^2\ Hg} \right. \text{ qui se changent en } \left\{ \begin{array}{c|c} K & I^2 \\ Cl^2 & Hg. \end{array} \right.$$

La même chose aurait lieu pour le deuxième exemple du § VIII :

$$\text{on a } \left\{ \frac{\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{N}}\ \dot{Ba}}{\dot{K}\ \overset{\cdot\cdot\cdot}{S}} \right. \text{ qui se changent en } \left\{ \begin{array}{c|c} \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N} & \dot{Ba} \\ - & \\ \dot{K} & \overset{\cdot\cdot\cdot}{S}. \end{array} \right.$$

Molécules intégrantes et constituantes.

§ X. A. (1) Les chimistes ont donné le nom de *molécules constituantes* aux molécules simples ou atomes qui entrent dans une combinaison, et le nom de *molécules intégrantes* à celles qui sont composées ; ainsi dans une masse quelconque d'iodure de potassium, il y a des molécules constituantes qui sont formées d'iode et de potassium, et des molécules intégrantes d'iodure de potassium, formées dans le rapport de deux d'iode et d'un du susdit métal.

(1) Pour expliquer tout ce qui suit, nous admettrons que les atomes, de quelque nature qu'ils soient, ont tous le même volume et une forme régulière, et la même pour tous.

Il est très-peu de molécules intégrantes dont on puisse séparer les molécules constituantes par des moyens mécaniques ; cependant tous les corps qui détonent, qui s'enflamment, ou qui se décomposent par le choc, appartiennent à cet ordre. Au contraire, les molécules intégrantes peuvent très-bien se séparer par les mêmes moyens ; s'il n'en était point ainsi, on ne pourrait diviser les corps composés qui sont les plus nombreux. Dans les corps réputés simples, les molécules intégrantes et les molécules constituantes sont les mêmes.

B. 1° Lorsqu'on fait agir de l'eau sur une combinaison qui peut s'y dissoudre, il est probable que, dans la plupart des cas, elle ne fait que séparer les molécules intégrantes, sans agir aucunement sur les molécules constituantes, comme cela a lieu quand on fait fondre du sucre dans l'eau. Cette action de l'eau s'appelle *solution*, ainsi que le résultat de cette action, que quelques pharmaciens ont cru devoir appeler un *solutum* ou un *soluté ;* mots qu'il était inutile de créer, car il est bien certain que personne n'avait jamais confondu l'action avec le résultat. Solution.

2° Si l'on met en contact du sulfate de soude anhydre et de l'eau, leur température s'élève et les élémens de l'eau s'unissent en grande quan- Dissolution.

tité avec ceux du sel, qui, en cet état, se dissout dans l'eau excédante. Cette action, qui s'exerce sur les atomes, s'appelle *dissolution*. Son résultat est le même que celui d'une solution; car, dans ce cas, on a du sulfate de soude hydraté, dont les molécules intégrantes, seules, sont divisées par l'eau; résultat que l'on pourrait également obtenir en faisant fondre du sulfate de soude hydraté dans l'eau.

La distinction que l'on a établie entre la solution et la dissolution est fort peu importante; aussi un petit nombre de chimistes y prennent garde.

Cristallisation. § XI. A. 1° Lorsque des atomes se réunissent pour former une molécule intégrante, ils prennent un arrangement, sinon *régulier*, au moins *symétrique*. Les molécules intégrantes ont alors une forme régulière ou symétrique, résultant de l'arrangement des atomes.

2° Lorsque les molécules intégrantes sont assez écartées les unes des autres pour qu'elles puissent se mouvoir, et qu'on permet qu'elles se rapprochent très-lentement (1), elles prennent

(1) L'écartement peut avoir lieu par l'application de la chaleur ou par l'addition d'un liquide; le rapprochement peut être obtenu par la soustraction de l'un et de l'autre, ou par le refroidissement d'un liquide qui,

aussi entre elles un arrangement régulier ou symétrique, et constituent alors des solides terminés par des faces qui sont inclinées sous certains angles. L'action qui détermine l'arrangement des molécules intégrantes, aussi bien que le résultat de cette action, s'appellent *cristallisation*. Les corps produits par l'arrangement des molécules intégrantes se nomment aussi des *cristaux*.

Formes primitives et secondaires.

B. 1° Dans les cristaux, il n'y a que les angles qui soient constans; les faces varient beaucoup par leur grandeur relative. 2° Les angles et les arêtes (1) sont souvent remplacés par des facettes, et les faces sont également très-souvent remplacées par des angles et des arêtes; ce qui peut compliquer beaucoup la forme des cristaux : mais en général ces dernières formes que l'on appelle *secondaires* peuvent être facilement rapportées à des formes plus simples que l'on nomme *primitives*. 3° Les formes primitives des cristaux sont quelquefois semblables à celles des molé-

---

étant saturé à chaud, se trouve sursaturé par un abaissement de température.

(1) Les arêtes sont produites par la jonction de deux faces, tandis qu'il faut au moins trois de ces dernières pour former un angle.

cules intégrantes, comme cela a lieu pour le carbonate de chaux rhomboédrique ; le contraire se remarque plus souvent ; mais, *dans tous les cas, la forme primitive peut être construite avec les molécules intégrantes.* 4° Les formes primitives sont peu nombreuses, tandis que la quantité des formes secondaires est très-considérable. 5° La science qui s'occupe spécialement de l'étude des cristaux, se nomme *cristallographie.* Il est indispensable qu'un chimiste en connaisse au moins les élémens.

Relation qui existe entre la forme et la composition des corps.

C. Les cristaux étant formés de molécules intégrantes, celles-ci étant formées d'atomes, leur forme doit nécessairement dépendre du nombre et de l'arrangement de ces derniers. 1° Comme on connaît déjà une immense quantité de combinaisons, et qu'il est un très-petit nombre de formes primitives, il s'ensuit nécessairement que la même forme primitive peut appartenir à des corps de compositions très-différentes, relativement au nombre des atomes, à leur nature et à leur disposition relative ; mais, en général, dans les cas de cette nature, les angles de ces formes sont différens pour des composés de natures différentes. Lorsqu'on considère sous ce point de vue des corps appartenant à des prismes dont les bases sont rectangulaires, on observe des différences dans les

dimensions du prisme. Chez les cristaux qui appartiennent au système cubique, on ne peut apercevoir aucune différence dans la forme, car le cube a des rapports hors desquels il n'existe plus. On sait seulement qu'il doit y avoir des molécules cubiques plus grosses les unes que les autres; par exemple : le sulfure de plomb ayant cette formule S Pb, cristallise en cube aussi bien que l'alun dans lequel entrent $K + Al^2 + S^4 + O^{40} + H^{48}$, en tout quatre-vingt-quinze atomes.

Iso-morphisme.

D. Le nombre et l'arrangement des atomes déterminant la forme des molécules intégrantes, il arrive souvent que l'on peut changer la nature des atomes sans changer la forme de ces molécules.

Ainsi, l'iodure de potassium $= I^2 K$ cristallise en cube; le chlorure de potassium $= Cl^2 K$ affecte la même forme : le chlore et l'iode peuvent donc se substituer dans un corps, sans que leur forme change. De même, les carbonates ayant cette formule : $\ddot{C}\,\dot{\Delta}$ cristallisent ordinairement dans le système rhomboédrique (1), et l'on peut substituer

(1) Δ n'appartient à aucun des corps simples connus : je m'en servirai pour désigner un atome de métal quelconque.

$\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\mathrm{Ba}}$, $\dot{\mathrm{Sr}}$, $\dot{\mathrm{Ca}}$, $\dot{\mathrm{Ma}}$, $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\mathrm{Mn}}$, à $\dot{\Delta}$, sans que la forme du cristal change; seulement les angles varient. On appelle *isomorphes* les corps qui peuvent ainsi se remplacer (1). Voici quels sont les corps chez lesquels on a observé l'isomorphisme (2) : (oxigène, soufre, sélénium); (fluore, chlore, brôme, iode); (phosphore, arsenic); ($\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\mathrm{Ba}}$, $\dot{\mathrm{Sr}}$, $\dot{\mathrm{Ca}}$, $\dot{\mathrm{Ma}}$, $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\mathrm{Mn}}$); ($\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Mn}}$, $\dddot{\mathrm{Cr}}$, $\dddot{\mathrm{U}}$); ($\overset{\cdots}{\overset{\cdots\cdot}{\mathrm{Cl}}}$, $\overset{\cdots}{\overset{\cdots\cdot}{\mathrm{Mn}}}$).

On peut ajouter : 1° Que $Cu^2\,O$ cristallise comme $I^2\,K$ et les autres combinaisons isomorphiques de l'iode; que, par conséquent, le cuivre devient isomorphe avec l'iode, et que le potassium le devient avec l'oxigène; 2° Que $\dddot{\mathrm{S}}\,\dot{\mathrm{Ba}}$ cristallise comme $\dddot{\mathrm{Cr}}\,\dot{\mathrm{K}}$; que, dans ce cas, le chrôme est isomorphe avec le soufre et que l'oxide de potassium l'est avec celui de baryum; 3° Qu'il faut remarquer qu'en substituant $\dot{\mathrm{Ma}}$ à $\dot{\mathrm{Ca}}$, on n'opère la substitution que sur Ma et Ca, car l'oxigène est commun à ces

---

(1) Isomorphe vient de Ἴσος, semblable, et de Μορφή, forme, comme qui dirait de forme semblable.

(2) On a mis entre deux parenthèses ceux qui se conviennent par cette propriété.

deux combinaisons. On peut en dire autant pour tous les corps de la même série ; bien plus, la formule $\ddot{C}\,\dot{\Delta}$ déjà employée peut être transformée en celle-ci $\ddot{\Delta}\dot{\Delta}$, et les corps ainsi composés conservent la même forme. Ainsi les carbonates de la série que nous venons d'indiquer affectent la forme du rhomboèdre, et il en est de même pour les corps suivans : $\dot{Fe}\ddot{Fe}$, fer oligiste ; $\dot{Al}\ddot{Al}$, alumine ; $\dot{Si}\ddot{Si}$, silice ; ce qui ferait voir que le fer, l'aluminium et le silicium sont isomorphes avec le carbone, en même temps qu'avec les métaux de la série renfermant le magnésium et le calcium ; d'où l'on pourrait conclure, sans craindre de dépasser les limites des probabilités, que tous les atomes simples sont isomorphes, dans le sens que M. Mitscherlich a attaché à ce mot lorsqu'il l'a créé.

Influence de l'eau sur la forme des cristaux.

E. L'eau est formée d'oxigène et d'hydrogène dans le rapport exprimé par cette formule : $O\,H^2$. Les atomes qui entrent dans sa composition sont aussi inaltérables que tous ceux auxquels on pourrait les comparer ; il faut donc nécessairement qu'ils occupent un espace et que, tout aussi bien que le carbone ou le platine, ils puissent modifier la forme

d'un corps. On a cependant été fort long-temps sans en faire mention dans les ouvrages. Cela vient de ce qu'il est impossible d'expliquer tous les faits qui constituent une science par les propres données de cette science. Comme l'eau a une grande tendance à se former, qu'il suffit qu'un corps renferme de quoi en faire pour qu'il s'en fasse dans la plupart des opérations chimiques, et que presque toutes les réactions se font dans l'eau même, celle qui peut prendre naissance devient alors insensible. Cette eau fut négligée pendant long-temps, même après qu'on eut appris que les corps en renfermaient des *proportions définies*, et l'on était étonné de voir que $\dddot{S}\,\dot{Ca}$ n'avait pas la même forme que $\dddot{S}\,\dot{Ca} + 2\,H^2O$.

Groupement des atomes pour former des molécules intégrantes.

F. 1° Connaissant la formule et la forme d'une combinaison, on peut s'occuper de rechercher la manière dont les atomes sont groupés pour donner naissance à cette forme ; ainsi, l'on sait que le corps ayant cette formule S Pb, affecte la forme cubique (c'est la galène des minéralogistes) ; mais deux atomes égaux, placés les uns à côté des autres, ne forment point un cube : il faut donc en ajouter davantage, et l'on trouve bientôt qu'il en faut huit, quatre de chaque espèce, et qu'ils doivent être

disposés ainsi : $\begin{matrix} S & P \\ P & S \end{matrix}$ sur chacune des faces.

On sait encore que $Cl^2\,Na$, qui représente le sel de cuisine, affecte la forme cubique. Les trois atomes indiqués par la formule, de quelque manière qu'on les arrange, ne peuvent donner naissance à un cube; il faut donc en augmenter le nombre puisqu'on ne pourrait le diviser sans changer le rapport des élémens, et l'on voit bientôt qu'il en faut vingt-sept, neuf de sodium et dix-huit de chlore, et qu'ils doivent être ainsi disposés pour que l'arrangement soit symétrique : $\begin{matrix} Na & Cl & Na \\ Cl & Cl & Cl \\ Na & Cl & Na \end{matrix}$ pour la première tranche, quelle que soit la face du cube par laquelle on commence, et $\begin{matrix} Cl & Cl & Cl \\ Cl & Na & Cl \\ Cl & Cl & Cl \end{matrix}$ pour la tranche moyenne; la troisième et dernière doit être comme la première.

2° On conclut facilement et indubitablement de ce qui précède que *les formules chimiques n'expriment pas toujours la somme des atomes qui entrent dans la composition d'une molécule intégrante, mais simplement le rapport qui existe entre eux ;* car on voit que, dans les huit atomes qui constituent la molécule inté-

grante de plomb sulfuré, il y en a quatre de plomb et quatre de soufre, et que $Pb^4 : Pb :: S^4 : S$; on voit de même que, dans les vingt-sept atomes entrant dans la composition d'une molécule de chlorure de sodium, il y en a dix-huit de chlore et neuf de sodium, et que $Cl^{18} : Cl^2 :: Na^9 : Na$.

On voit encore que, dans les deux premiers cas qui viennent d'être cités, la somme des élémens entrant dans la formule chimique était représentée par des *nombres premiers ;* c'est-à-dire qui ne peuvent être divisés que par l'unité et par eux-mêmes, en même temps qu'elle était la racine cubique de celle des atomes des molécules intégrantes.

3° Le camphre a cette formule $C^{10} H^{16} O^1$; la somme des atomes $= 27$ (1), qui est un nombre

(1) Pour que les 27 atomes qui constituent le camphre soient rangés symétriquement, il faut que l'oxigène occupe le milieu, que le carbone fournisse six atomes pour placer au centre de chaque face du cube, et quatre atomes pour quatre des angles solides; que l'hydrogène fournisse la partie moyenne des douze arêtes et les quatre angles solides restans, et l'on a ainsi :

C		4 angles,	6 faces		= 10 atomes.
H	12 arêtes,	4 angles,			= 16
O				1 centre	= 1
	12 arêtes +	8 angles +	6 faces +	1 centre	= 27.

cubique, et ses cristaux appartiennent au système cubique.

La formule chimique du camphre exprime exactement le nombre d'atomes entrant dans sa

---

Les huit angles solides du camphre n'étant point identiques, il en résulte une espèce de polarisation moléculaire, et la forme cubique doit se montrer rarement, tandis que les formes, naissant par des modifications sur les angles solides, doivent se rencontrer très-souvent : aussi remarque-t-on des lames hexagonales, des lames rhomboïdales, des trémies hexagonales, conduisant à l'octaèdre, dont elles représentent une des faces triangulaires qui a les angles coupés par les faces adjacentes; d'autres trémies conduisant à des rhomboèdres aigus, qui dérivent très-bien du cube ; on trouve encore des frondes de fougère entièrement libres, c'est-à-dire non tracées sur le camphre, mais tout-à-fait dégagées comme celles du sel ammoniac que l'on fait cristalliser dans l'eau. La plupart de ces agglomérations cristallines ont un rachis formé de cristaux à bases hexaèdres et des folioles en lames rhomboïdales, faisant avec lui des angles de 60°, et entre elles des angles de 120°; on en rencontre quelquefois sous des angles de 45° et de 90°. J'ai encore un assemblage de trémies fort remarquable, parce qu'il forme la moitié d'un solide présentant à la fois les faces du cube, celles de l'octaèdre et celles du dodécaèdre; ce dernier cristal et les feuilles de fougère, dont les folioles sont réunies sous des incidences de 90°, ne laissent aucun doute sur la forme de la molécule intégrante du camphre.

molécule intégrante, et il résulte des précédentes observations, qu'elles donnent *une confirmation mathématique* à l'analyse de ce corps, qui fut faite par M. Dumas.

Isomérie. G. 1° On conçoit facilement qu'un nombre déterminé d'atomes puisse se grouper de différentes manières, pour constituer des molécules intégrantes qui n'aient pas la moindre analogie géométrique. Ces sortes de molécules venant à se réunir séparément, donneraient naissance à des formes primitives qui seraient incompatibles, et cependant la composition chimique de chacune des combinaisons représentées par ces molécules, serait exactement semblable : on rencontre dans la nature le carbonate de chaux, ayant pour formule $\ddot{C}\,\dot{C}a$, cristallisé, tantôt sous la forme d'un prisme droit à bases rhomboïdales, et tantôt sous celle d'un rhomboèdre, qui n'ont pas le moindre rapport. On connaît au moins trois hydrogènes carbonés bien déterminés et ayant cette formule : $H^2\,C$. Dans les mêmes circonstances il y en a un qui est solide, l'autre qui est liquide, et le dernier qui est gazeux. On appelle *isomères* ou *isomériques* (1), les corps qui, ayant la même com-

---

(1) Isomère vient des racines ἴσος, semblable, et de

position, affectent des formes différentes ou se trouvent sous des états différens. On se rend d'autant mieux compte de ces faits, qu'on sait déjà que les formules chimiques peuvent n'exprimer que le rapport des atomes entrant dans les molécules intégrantes (§ XI, F), et qu'indépendamment de l'arrangement moléculaire qui peut être différent pour un seul et même nombre d'atomes, il est encore possible que des molécules qui peuvent être représentées par une seule formule, renferment des atomes en nombres très-différens, mais dans le même rapport.

M. Berzélius distingue le di-morphisme (1) de l'isomérie, appelant di-morphes les corps qui, ayant même composition, existent sous deux formes (2), mais qui, par la dissolution, perdent leurs propriétés distinctives sans pouvoir les reprendre.

μέρο, quasi, presque, en partie; comme qui dirait des corps en partie semblables, ou, selon M. Berzélius, du dérivé Ἰσομέρης, qui se compose des mêmes parties.

(1) De Δὶς, deux, et de Μορφὴ, forme.

(2) On rencontrera sans doute des substances *poly-morphes;* le bi-carbure d'hydrogène en montre déjà un exemple. Le mot di-morphisme ne généralisant point assez, on pourrait appeler tous ces corps *hétéromorphes*, sans pour cela les distinguer des corps isomériques.

L'isomérie étant fondée sur le groupement des atomes et non sur des propriétés chimiques, nous avons cru ne devoir pas distinguer les corps di-morphes des corps isomères, et cela d'autant plus que rien ne prouve actuellement, qu'à l'aide de nouvelles tentatives, on ne pourra transformer les corps isomériques les uns dans les autres.

Trois espèces de corps isomériques.

2° On peut distinguer trois espèces de corps isomériques : 1° Ceux qui paraissent formés d'un même nombre d'atomes, mais qui affectent des formes différentes; les tartrates et les racémates en donnent un exemple (1). 2° Ceux dont les atomes qui les constituent sont dans un même rapport, mais en nombres différens. Il en existe un

(1) L'arrangement des atomes, qui n'est pas le même dans les deux cas, peut trouver une facile explication : l'acide para-tartrique, à l'état cristallin, n'est analogue à l'acide tartrique qu'autant qu'on les considère comme étant formés d'un même radical uni à des quantités différentes d'eau; ces acides seraient $R + \underline{\dot{H}}$, $R + 2\,\underline{\dot{H}}$. Mais, le groupement régulier de molécules intégrantes de formes différentes ne pouvant avoir lieu (§ XII), l'eau n'y existe point toute formée, et les élémens qui pourraient la constituer y sont disposés dans un tout autre ordre, puisqu'ils ne sont pas en nombre égal dans les deux cas : il en résulte évidemment que l'acide tartrique et l'acide racémique ne sont point isomériques; mais lorsque les

exemple dans la naphtaline et la para-naphtaline : en admettant que les poids de leurs vapeurs soient proportionnels aux poids des atomes qui forment leurs molécules intégrantes, on voit que ces deux corps pouvant être représentés par une même formule, ont des molécules intégrantes contenant des atomes en nombres différens (1). 3° Enfin, parmi le troisième groupe de corps isomériques, on devra classer ceux qui peuvent être représentés par des formules semblables sans que rien n'indique, jusqu'à présent, que les formes différentes ou les états différens sous lesquels on les observe, soient dus à des atomes en même nombre, rangés de différentes manières, ou à des atomes n'étant

---

atomes qui les constituent se dissocient pour s'unir avec ceux des bases, il n'est pas étonnant qu'ils prennent des arrangemens différens, puisqu'ils quittent des dispositions qui n'ont pas la moindre analogie. Il n'est pas étonnant non plus, que, par la même raison, les tartrates et les racémates, qui sont vraiment isomériques, fournissent des acides différens.

Nous devons cependant dire ici qu'il est douteux que le nombre des atomes soit le même dans ces deux genres de sels; l'un peut être multiple de l'autre.

(1) La vapeur de naphtaline pèse 4,528 ; celle de para-naphtaline pèse 6,741. Ces deux nombres sont sensiblement entre eux :: 2 : 3.

point en nombre égal, mais seulement dans le même rapport; ici on mettrait les carbonates de chaux isomériques, etc. Cette troisième série, qui est la plus nombreuse, rentrera nécessairement dans les deux premières, lorsque les corps qu'elle contient seront suffisamment étudiés.

Isomérie à des températures différentes.

5° C'est sans doute ici le lieu de faire remarquer qu'un corps qui peut exister sous plusieurs états, présente des dispositions moléculaires isomériques sous chacun d'eux; par exemple : une molécule de vapeur d'eau paraît ne renfermer que trois atomes, dont deux d'hydrogène et un d'oxigène (§ XIV), tandis que les molécules d'eau congelée doivent renfermer vingt-sept atomes et affecter la forme cubique (§ XI, F.) (1).

Si l'observation qui précède est juste, il en

(1) De ce que la neige cristallise sous forme d'étoiles à 6 rayons, qui paraissent appartenir au système cristallin du rhomboèdre, cela ne veut pas dire que les molécules d'eau ne sont point cubiques; car le cube est un des passages du rhomboèdre : c'est celui qui se trouve entre les rhomboèdres aigus et les rhomboèdres obtus, et dans les cristaux cubiques qui se forment au milieu d'un liquide où les molécules peuvent se mouvoir librement sans être influencées par les surfaces du vase ou par celle du liquide, ces cristaux se réunissent, dans la plupart des cas, en présentant un de leurs axes parallèle-

résulte que *les densités des vapeurs des corps volatils ne peuvent faire connaître le nombre d'atomes qui entrent dans la constitution de leurs molécules à l'état solide.* De là, les densités des vapeurs de naphtaline et de para-naphtaline n'indiquent pas le nombre des atomes entrant dans la constitution des molécules de ces deux corps à l'état solide (1); de là, encore, ce genre de densités ne peut conduire à la connaissance de la forme cristalline des molécules.

Isomérie du soufre.

Il a été très-facile de se rendre compte de l'isomérie des corps composés : car, chez eux, elle est une manière d'être dont on conçoit les causes; mais il n'en est pas de même pour l'isomérie considérée chez les corps simples : le soufre cristallisé par fusion a une forme *incompatible* avec celle du soufre cristallisé naturellement. Indépendam-

---

ment à la direction de la pesanteur, et donnent alors des formes hexagonales, comme l'hydrochlorate d'ammoniaque qui cristallise dans l'eau.

(1) Il existe un rapport entre la densité de la vapeur de naphtaline et celle de la molécule intégrante de naphtaline solide, puisque cette substance se volatilise sans se décomposer chimiquement, que les atomes sont indestructibles et possèdent des poids invariables; mais on a voulu dire ici que ce rapport était inconnu.

ment de cela, ce corps, qui est solide et jaune à la température ordinaire, peut s'y trouver rouge, mou, flexible, extensible et très-élastique, si, après l'avoir porté à environ 180° de chaleur, on le coule par petites portions dans une grande quantité d'eau fraîche; bien plus encore, le soufre qui paraît pouvoir se substituer à l'oxigène dans un grand nombre de combinaisons sans en faire changer la forme, et par conséquent qui est isomorphe avec lui, le soufre a une densité de vapeur qui est trois fois plus considérable que celle qui est déduite du poids de son atome.

Bien certainement que, si le soufre est un corps simple, il ne doit pas trouver en lui des propriétés qui permettent à ses molécules de se grouper autrement que sous une forme régulière, comme celles du cube et de ses dérivés. Il n'en est point ainsi : le soufre cristallise tantôt en octaèdres rhomboïdaux, et tantôt en prismes obliques à bases rhomboïdales. Une telle chose ne peut sans doute provenir que d'une influence extérieure; mais quelle peut être cette influence?

Si le soufre était composé, cela s'expliquerait facilement, car un certain nombre de molécules de différentes natures peut fort bien ne pas se grouper *régulièrement*; dans ce cas, il y a une

raison de nombre, d'équilibre et de symétrie qui n'existe pas dans l'autre.

Isomérie de tous les corps simples.

4° On a calculé que beaucoup de poids d'atomes paraissaient être entre eux en rapport simple, et l'on s'est demandé si toutes les matières que l'on connaît ne seraient pas formées par une seule qui serait l'hydrogène, le corps le moins dense de tous : cela ferait que tous les atomes seraient isomériques. Cette question, qui ne peut être actuellement résolue, ne saurait trouver de place ici; mais plus de détails ne seraient pas sans intérêt.

Para.

Lorsque deux corps sont *isomériques*, à l'un d'eux on ajoute *para* (auprès), pour indiquer ce rapport : ainsi, acide para-tartrique veut dire acide isomérique avec l'acide tartrique (1).

Action de la pile sur les combinaisons.

§ XII. A. Les combinaisons chimiques peuvent être décomposées par l'influence des deux pôles d'une pile en action; lorsqu'on agit sur une combinaison formée de deux élémens seulement, on parvient à les séparer : ainsi, Ba + O se divisent en Ba et en O; Ba se rend au

---

(1) Il faudra trouver plusieurs autres particules pour désigner les combinaisons isomériques ou renoncer à celle-ci; car il peut exister trois et quatre corps susceptibles d'être représentés par la même formule : les hydrogènes bi-carbonés en offrent déjà un exemple.

pôle négatif, et O se rend au pôle positif. Comme les substances jouissant d'électricités semblables se repoussent, et que celles d'électricités contraires s'attirent, on voit que l'oxigène est négatif relativement au baryum, qui est positif. Si l'on fait agir la pile sur une combinaison renfermant trois élémens, soit $O^4 S K$, on obtient $S O^3$ au pôle positif et $K O$ au pôle négatif. On aurait pu prévoir que, dans ce genre d'expérimentation, une combinaison triple par la nature de ses élémens devait se séparer en deux, puisque la pile n'a que deux pôles actifs, et que les combinaisons qui résulteraient de cette désunion seraient celles qui présenteraient le plus de stabilité dans les circonstances de l'opération. Cependant cela ne se passe pas ainsi dans tous les cas : lorsqu'on décompose $O^6 A^2 Pb$, que M. Berzélius écrit de cette manière, $Pb\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$, on n'obtient jamais $\dot{P}b$ à l'un des pôles et $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$ à l'autre, mais des produits qui varient suivant l'intensité de la pile. Avec un de ces instrumens, jouissant d'une assez grande énergie, on obtient Pb au pôle négatif; O se dégage et $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$ reste en dissolution : avec une faible pile on obtient Pb au pôle négatif, $Pb O^2$ au pôle positif, et

$\dddot{N}^2$ reste en dissolution. On voit que $Pb + O + \dddot{N} = \dddot{N}\,\dot{P}b$, et que $Pb + Pb\,O^2 + \dddot{N}^2 = \dddot{N}\,\dot{P}b \times 2$.

Électro-chimie.

B. Par un grand nombre d'expériences, M. Berzélius a reconnu que l'oxigène était négatif relativement à tous les corps simples, et que le potassium était positif relativement aux mêmes corps. Il a, par des considérations de ce genre, établi une échelle dans laquelle un corps pris à volonté est positif relativement à ceux qui le précèdent, et négatif relativement à ceux qui le suivent. La voici :

Oxigène.	Antimoine.	Urane.
Soufre.	Tellure.	Bismuth.
Azote.	Tantale.	Étain.
Fluor.	Titane.	Plomb.
Chlore.	Silicium.	Cadmium.
Brôme.	Hydrogène.	Cobalt.
Iode.	——	Nickel.
Sélénium.	Or.	Fer.
Phosphore.	Osmium.	Zinc.
Arsenic.	Iridium.	Manganèse.
Chrôme.	Platine.	Cérium.
Molybdène.	Rhodium.	Thorium.
Tungstène.	Palladium.	Zirconium.
Vanadium?	Mercure.	Aluminium.
Bore.	Argent.	Yttrium.
Carbone.	Cuivre.	Glucyum.

Magnésium. Baryum. Sodium.
Calcium. Lithium. Potassium.
Strontium.

Acides, bases. C. On a donné le nom d'*acides* aux corps composés qui se rendent au pôle positif de la pile, et le nom de *bases* à ceux qui se rendent au pôle négatif. La propriété d'être électro-positif ou d'être électro-négatif étant relative, il advient que des corps peuvent être alternativement des bases et des acides : $\dddot{\mathrm{As}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{N}}$, $\dot{\mathrm{H}}$, etc., sont dans ce cas. Les acides jouissent de la propriété de rougir la teinture bleue de tournesol et le sirop de violettes; les bases solubles, que l'on nomme aussi alcalis, ramènent au bleu la teinture de tournesol rougie par un acide, verdissent le sirop de violettes et rougissent la couleur jaune du curcuma.

Sels. D. On nomme *sels* les combinaisons qui naissent de la réunion d'un acide et d'une base (1).

---

(1) Il suivait de cette définition que le sel type, le sel de tous les temps, le sel de cuisine, n'était plus un sel, parce qu'il est formé simplement de chlore et de sodium. M. Berzélius a admis une nouvelle classe de corps binaires, qu'il appelle Halosels, qui peut alors comprendre le sel dont il vient d'être question.

Dans l'acide et la base qui s'unissent pour former un sel, il y a un élément commun par sa nature : c'est très-souvent l'oxigène ou le soufre, et quelquefois le tellure ou le chlore, etc. Il découle naturellement de l'existence des atomes, *qu'il existe un rapport simple entre les quantités pondérales de l'élément commun qui appartient à l'acide et à la base qui constituent un sel.* Ainsi dans l'acide $\dddot{S}$ il y a trois fois autant d'oxigène que dans la base $\dot{\Delta}$, à laquelle il peut s'unir; et dans l'acide $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$ il y en a cinq fois autant que dans la base $\dot{Pb}$.

E. Les acides et les oxides, en s'unissant, perdent leurs propriétés distinctives. Ainsi $\dddot{S}$, qui est volatil et qui détruit rapidement les corps organisés, en se combinant à $\dot{K}$, qui est tellement caustique qu'on s'en sert pour dissoudre la peau et faire des cautères, dans la proportion de $\dddot{S}$ et de $\dot{K}$, donnent naissance à un corps *neutre* qui possède une saveur salée et n'est nullement corrosif. Faire disparaître les propriétés d'un acide en y ajoutant une base, *et vice versâ*, s'appelle *saturer*. La saturation, quelque surprenante qu'elle soit, n'empêche pas que l'on ne puisse facile- Saturation.

ment s'en rendre compte en remarquant que, par exemple, $\dddot{S}$ réuni à $\dot{K}$ n'est plus ni $\dddot{S}$ ni $\dot{K}$, mais O^4 S K rangés dans un tout autre ordre. De même que dans $\overset{\cdots}{\bar{N}}$ réuni à $\dot{Pb}$, il n'y a plus ni $\overset{\cdots}{\bar{N}}$ ni $\dot{Pb}$, mais O^6 N^2 Pb réunis d'une autre façon. Cette manière de voir, qui découle naturellement de la statique et de la géométrie, n'est pas admise par les chimistes actuels.

F. On peut objecter à cette explication de la saturation que des sels contiennent le double ou le triple d'acide ou de base, et qu'il faut que ces corps y existent dans cet état pour qu'ils aient pu conserver leurs proportions; mais on peut aussi répondre que si ces corps-là ont conservé leurs proportions, cela tient : 1° à ce qu'il est possible qu'une combinaison renfermant des élémens tels qu'on en puisse reconstruire un alcali et une base, puisse exister; 2° à ce que les forces qui présidaient à la formation d'une combinaison de cette espèce ne permettaient pas que les élémens de l'acide et de la base restassent en présence sans se combiner (1), ou bien à ce qu'il aurait fallu

---

(1) On ne pourrait pas faire valoir qu'en mettant du soufre, du sulfate de potasse et de l'oxigène en contact

que l'acide ou la base fussent séparés en d'autres composés, et que la tendance que les molécules avaient à former une nouvelle combinaison dans de nouveaux rapports, n'était pas aussi puissante que la force qui pouvait produire celle qui existe dans le rapport obtenu.

On a objecté et l'on objectera encore à cette manière de voir, que les *sursels* et les *sels basiques* jouissent de propriétés chimiques qui les rapprochent des acides dans le premier cas, et des propriétés basiques dans le second.

On pourra répondre que, si, par la saturation, en prenant un exemple, $\dot{K}$ a suffi pour neutraliser les propriétés chimiques et organoleptiques de $\dddot{S}$ sans excès ni d'un côté ni de l'autre, il ne doit nécessairement pas suffire pour neutraliser 2 $\dddot{S}$. En général, *ce sont les corps de propriétés tout-à-fait opposées qui se neutralisent le mieux*, c'est-à-dire que de leur réunion il naît un corps qui doit jouir de propriétés étrangères à l'un et à l'autre. Ainsi,

---

il ne se fera pas de sulfate acide; car on sait qu'il existe une immense différence entre des produits totalement séparés et ceux qui sont prêts à l'être, lorsqu'il s'agit de les combiner.

deux acides qui se combinent donnent naissance à un corps qui jouit de propriétés acides, comme $\dddot{S}^5 + \ddddot{N} + \dot{H}^5$ (1); l'oxide de potassium en dissolution dans l'eau se combine à l'oxide de plomb qui est aussi très-basique, et ils forment ensemble un produit jouissant de propriétés alcalines. Les métaux proprement dits, qui ont beaucoup de propriétés communes, donnent des alliages qui ont encore des propriétés métalliques; les métaux malléables donnent des alliages généralement malléables, et les métaux cassans en donnent de cassans; enfin les métaux réunis à des corps tout-à-fait différens, tels que l'oxigène et le soufre, donnent des produits qui diffèrent essentiellement de l'un et de l'autre; et l'aspect métallique est d'autant plus masqué que le corps étranger est combiné au métal en un plus grand nombre d'atomes.

De ce qu'en général les corps que l'on appelle *sursels* manifestent une réaction acide, on n'en peut pas conclure que l'acide y soit tout formé, mais seulement qu'il se reproduit très-facilement lorsqu'on les met en contact avec un agent

---

(1) Composé cristallin qui se forme dans les chambres de plomb où l'on prépare l'acide sulfurique. (*William Henry.*)

chimique, comme le tournesol, par exemple. Il faut en dire autant des sels basiques. On pourra objecter que la pile partage un sel en acide et en base. Nous avons fait voir (§ XII, A^{i}) que les produits de l'action de cet instrument étaient quelquefois un métal, et souvent des corps variables, suivant son intensité. On ajoutera peut-être qu'en réunissant un acide et une base, on produit un sel; par exemple, que $\dddot{S} + \dot{Pb}$ forment exactement un sel : donc les élémens y sont combinés comme $\dddot{S}$ et $\dot{Pb}$. On répondra avec avantage, il me semble, en disant que l'acide $\ddot{S}$ se combine à $\ddot{Pb}$ pour donner une combinaison parfaitement semblable à la première. On répondra encore qu'en ajoutant O^4 à S Pb, on obtient aussi le même corps, et qu'en traitant $\ddot{Pb}\,\infty$ par $S\,\infty$, on en obtiendra encore une certaine quantité (1). On voit facilement que,

$$\left.\begin{array}{l} \dddot{S} + \dot{Pb} = \\ \ddot{S} + \ddot{Pb} = \\ O^4 + S\,Pb = \end{array}\right\} O^4\,S\,Pb,$$

(1) J'emploie le signe ∞ pour exprimer *une quantité indéterminée* seulement, et non point *infinie*.

et que dans $\ddot{Pb}^2 + S$ il y a de quoi faire (O^4 S Pb) + Pb qui se trouve séparé. On objectera aussi que, si l'on ajoute $\dot{K}$ à $\dddot{N}\dot{C}u$ dissous dans l'eau, on en séparera $\dot{C}u$, et qu'en ajoutant $\dddot{S}$ au même sel, on en sépare $\dddot{N}$: donc les acides éliminent les acides et les bases éliminent les bases; donc ils existent tout formés dans les sels. On pourra répondre que, si $\dot{K}$ sépare $\dot{C}u$, Fe sépare Cu, et qu'en chauffant le sel dont il est question, on peut obtenir plusieurs produits formés par les élémens de $\dddot{N}$, combinés en différentes proportions.

2° On peut répondre en masse à toutes les objections comprises dans le § XII, F, qu'une réaction chimique ne pouvant avoir lieu sans que les atomes se meuvent (§ V, D), *aucune action de ce genre ne peut ni ne pourra jamais indiquer l'arrangement des atomes dans une combinaison, et qu'il en est de même pour l'action de la pile*; car une réaction établissant un mouvement moléculaire, elle détruit l'arrangement antérieur des atomes, et de ce qu'on extrait un corps composé d'une combinaison, cela ne veut pas dire qu'il y existait.

Les raisonnemens que nous avons donnés contre la manière de voir des chimistes actuels,

sont du même ordre que les leurs, et ne prouvent rien de plus ; seulement ils ont la même valeur. Ce n'est que par *des observations géométriques faites sur des cristaux et par des considérations mathématiques*, que l'on peut atteindre ce but; il est donc absurde de réfuter de pareilles choses par des expériences chimiques et d'en exiger de celui qui en parle.

3° Dire que dans un sel l'acide et la base y existent, c'est dire qu'une molécule intégrante d'acide est placée à côté d'une molécule intégrante de base; or nous nous sommes occupés à rechercher l'arrangement de quelques molécules *binaires* par la nature de leurs élémens (§ XI, F) : si on en faisait l'application à $\dddot{N}\dot{Pb}$, on verrait que Pb O a la même forme et le même arrangement que Pb S (1), c'est-à-dire que cette molécule intégrante serait cubique et renfermerait huit atomes, quatre de soufre et quatre de plomb; quel que soit l'arrangement que prendraient les atomes de $\dddot{N}$, il serait nécessairement autre que celui de $\dot{Pb}$, et

(1) Cette forme a été observée par M. Houtou-Labillardière (*Journ. de Ph.*, tom. III, p. 355 *bis*). Il a observé des cristaux dodécaédriques ; mais on sait que cette forme n'est qu'une modification du cube.

n'aurait probablement lieu que pour un nombre d'atomes multiple de $\dddot{\mathrm{N}} = 7$, qui est un nombre premier (§ XI, F, 2°) : alors on aurait dans $\dddot{\mathrm{N}}\,\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}$ une molécule $\dddot{\mathrm{N}}$ plus volumineuse et d'une autre forme que la molécule $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}$. Qu'on les réunisse maintenant pour en faire des cristaux, et l'on verra si cette réunion peut donner naissance à des corps symétriques, géométriquement parlant ; tandis que si l'on admet que cette formule $\dddot{\mathrm{N}}\,\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}$, qui est égale à $O^6\,N^2\,Pb$, peut n'exprimer que le rapport des élémens de la molécule intégrante, qui ne renferme plus ni $\dddot{\mathrm{N}}$, ni $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}$, et qu'on examine la forme des cristaux qui est représentée par la formule $O^6\,N^2\,Pb$, on voit qu'elle appartient au système cubique : mais la somme des atomes entrant dans la formule précédente $=9$, qui est un carré parfait, dont la racine est 3, et en multipliant ce carré par sa racine pour avoir un cube, on obtient 27 qui est, à n'en pas douter, la somme des atomes entrant dans une molécule intégrante de nitrate de plomb, dans laquelle on trouve $O^{18}\,N^6$ et $Pb^3 = 3\,O^6\,N^2\,Pb$.

Quel que soit l'arrangement que l'on donne à ces vingt-sept atomes pour en former un cube, ils ne peuvent être disposés d'une manière

régulière, mais simplement d'une manière symétrique. Cela explique sans doute comment il se fait que les octaèdres de ce sel, indiquent presque toujours un passage au *tétraèdre que l'on sait naître par la moitié des modifications du cube, qui pourraient conduire à l'octaèdre.* Mais si le tétraèdre naît d'une modification incomplète des angles du cube, le nitrate de plomb doit le donner souvent, parce que les axes matériels de ses molécules intégrantes ne sont pas tous de la même nature.

G. Si nous n'avons pas prouvé que dans un sel il n'existe ni acide ni base, mais qu'il y a de quoi en faire, nous avons au moins appris qu'il fallait douter. En attendant que de nouveaux travaux achèvent de convaincre les esprits, *je crois, partant de là, qu'il est sage d'écrire à la suite les uns des autres les atomes entrant dans une formule exprimant une combinaison ternaire, quaternaire ou plus compliquée;* car dans ce cas on n'indique rien autre chose que la composition, la seule chose qui, jusqu'à présent, soit reconnue par tous les chimistes. Cela a un autre avantage, qui est de ne point prédisposer l'esprit de ceux qui apprennent la chimie, sur ce qui doit se passer dans les réactions, en leur offrant des combinaisons qui en renferment de toutes faites.

N'écrivant pas les formules ternaires comme de simples formules binaires, et l'ordre électro-chimique ne paraissant pas susceptible d'être déterminé avec exactitude, je pense que l'on ferait bien d'imiter les mathématiciens en adoptant l'ordre alphabétique qui permet que l'on se retrouve un peu plus facilement dans les équations compliquées.

4° Il serait possible que des molécules de natures différentes pussent se réunir ensemble, mais ce serait seulement dans le cas où elles auraient la même forme; ainsi l'on ne saurait dire si dans la dolomie ou double carbonate de chaux et de magnésie, il y a des molécules de carbonate de chaux placées à côté de molécules de carbonate de magnésie. On ne saurait affirmer non plus que, dans le sulfo-chromate de potasse, il n'y a point de molécules de sulfate de potasse placées à côté de molécules de chromate de même base; cependant le contraire paraît plus probable, parce que les angles du rhomboèdre de carbonate de magnésie ne sont pas les mêmes que ceux des carbonates de chaux, et parce que le chromate de potasse, quand il cristallise isolément, affecte une autre forme que celle du sulfo-chromate, qui en a une semblable à celle du sulfate de potasse.

Si des molécules de différentes natures peu-

vent se réunir pour former des cristaux, ce qui est fort douteux, cela ne peut avoir lieu qu'entre des substances isomorphes.

De pareilles considérations sont susceptibles de conduire à la connaissance du nombre d'atomes entrant dans une molécule; car si le magnésium et le calcium sont confondus dans une même molécule de carbonate double, sans changer la forme que chacun des carbonates aurait isolément, il n'est pas douteux que la formule d'un carbonate rhomboédrique $\ddot{C}\,\Delta$, ne représente pas la somme des atomes entrant dans une molécule.

H. Un ou plusieurs atomes d'une nature peuvent se combiner avec 1, 2, 3, 4, 5, etc., atomes d'une autre nature; mais ces atomes étant pesans et leurs poids étant invariables, il en résulte qu'il existe la même progression entre les poids et les nombres qui sont *multiples* les uns des autres; ainsi, 1 atome de soufre pesant 201,16, se combine avec 1, 2, 3 atomes d'oxigène pesant 100, 200, 300. Pour 100 de soufre on aurait 49,70; 99,40; 149,10 d'oxigène en poids : ces poids sont entre eux comme les nombres 1, 2, 3; c'est ce que l'on nomme les *proportions multiples*. Proportions multiples.

On conçoit facilement que ces proportions

peuvent exister pour toutes les combinaisons; seulement, dans bien des cas, les rapports ne sont pas aussi simples : par exemple, dans les oxides de fer bien déterminés, les atomes de fer sont à ceux de l'oxigène :: 1 : 1, :: 3 : 4, :: 2 : 3, ce qui, pour un même nombre d'atomes de fer qui se trouve être six dans l'expression la plus simple, établit les nombres d'atomes d'oxigène comme : 6, 8, 9. Les multiples de l'oxigène dans les combinaisons qu'il forme avec le manganèse, pour une même quantité de ce métal, qui, en atomes, est représentée par 6, sont : 6, 8, 9, 12, 18, 21.

Capacité de saturation.

I. Les atomes simples ou composés ne jouissent pas tous d'une égale pesanteur, et si $\dot{Na}$ ou $\dot{K}$ suffisent pour faire disparaître les propriétés de $\dddot{S}$, ou, en d'autres termes, pour en opérer la saturation, il est évident qu'on aura employé un poids plus considérable de $\dot{K}$ que de $\dot{Na}$, puisque le potassium représenté par $\dot{K}$ pèse plus que le sodium représenté par $\dot{Na}$ (§ VI, C).

On pourrait dire également que $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}$ et $\dddot{S}$ pouvant saturer $\dot{K}$, le poids de $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}$ nécessaire pour cela est plus grand que celui de $\dddot{S}$. On donne le

nom de *capacité de saturation* à la quantité d'acide qu'un oxide exige pour sa neutralisation, ou bien à la quantité d'oxide qu'un acide peut prendre pour arriver au même but.

On déduit de ce qui précède que les corps dont les atomes sont le moins pesans, ont la plus grande capacité de saturation, ou, en d'autres termes, que *la capacité de saturation des corps est en raison inverse des poids de leurs atomes.*

Connaissant la nature des élémens d'un sel (1), si l'on sait la quantité d'acide qu'il contient, il sera facile de déterminer la quantité de base, et *vice versâ* : ces quantités seront toujours entre elles comme les poids moléculaires des élémens qui les forment ; ce qui découle naturellement de l'existence des atomes : car un sel étant représenté par un certain nombre d'atomes disposés d'une manière particulière dans chaque molécule intégrante, il n'est pas douteux que le même rapport sera conservé dans les masses formées par ces mêmes molécules intégrantes.

On pourra aussi très-bien déterminer les quantités respectives de deux bases unies à

---

(1) Nous avons déjà dit ce que l'on entend par le mot *sel*, § XII, D.

un même acide formant deux sels différens et mêlés dans un rapport quelconque, si l'on connaît le poids de ces deux sels et la quantité d'acide. Cela pourra être également fait pour deux sels formés par deux acides unis à une même base (1). (On suppose pour cela que les bases existent dans les sels.)

---

(1) Soit $\dot{Na}\,\dddot{S} + \dot{K}\,\dddot{S}$ à analyser; si l'on connaît le poids total et le poids de $2\,\dddot{S}$, on pourra savoir les poids de $\dot{Na}$ et de $\dot{K}$. Cela se déduit de ce que $\dot{K}$ pèse plus que $\dot{Na}$, et ne peut saturer davantage de $\dddot{S}$, et de ce que si $2\,\dddot{S}$ était uni à $2\,\dot{K}$, le poids total serait plus grand, et que, si $2\,\dddot{S}$ était uni à $2\,\dot{Na}$, le poids total serait plus faible; c'est par les différences de ces poids que l'on trouve les proportions du mélange.

Admettons, ce qui est : $\dot{K} > \dot{Na}$ (*). Si dans le mélange se trouvent $\dot{K} + \dot{Na}$, on a cette quantité $< 2\,\dot{K}$ et $> 2\,\dot{Na}$. $\dot{K} + \dot{Na}$ dépasse autant $2\,\dot{Na}$ que $\dot{K} + \dot{Na}$ est dépassé par $2\,\dot{K}$; car dans chacun de ces membres on a $\dot{K} = \dot{K}$, et la seule différence se trouve entre $\dot{K}$ et $\dot{Na}$, soit en plus, soit en moins.

Constatons que les différences sont égales.

Si l'on avait un mélange de $2\,\dddot{S}\,\dot{K} + \dddot{S}\,\dot{Na}$ qui ren-

(*) Nous négligerons $2\,\dddot{S}$ pour le moment, parce que c'est une quantité invariable qui se représente plusieurs fois.

Chimie dite organique.

§ XIII. A. Chez les êtres doués de la vie, il se forme des combinaisons qui, très-souvent, sont susceptibles d'affecter une forme régulière, et qui, par conséquent, sont en proportions

---

fermerait 3 $\dddot{S}$, 2 $\dot{K}$ et $\dot{Na}$, on aurait, en retranchant $\dddot{S}$, 2 $\dot{K}$ + $\dot{Na} < 3 \dot{K}$, et $> 3 \dot{Na}$; la différence du premier cas est à celle du second ∷ 1 : 2.

Si l'on avait un mélange de 2 $\dddot{S} \dot{Na} + \dddot{S} \dot{K}$, en retranchant 3 $\dddot{S}$, on aurait 2 $\dot{Na} + \dot{K} < 3 \dot{K}$, et $> 3 \dot{Na}$; les différences sont ∷ 2 : 1.

Dans le premier cas on avait affaire à un équivalent de chaque sel, et les différences étaient égales.

Dans le deuxième on avait affaire à deux équivalens de sulfate de potasse, et à un équivalent de sulfate de soude; la différence entre la quantité moyenne et la plus petite était le double de celle qui existait entre cette même quantité moyenne et la plus grande.

Dans le troisième, c'était le contraire.

Il découle de là que, toutes les fois que l'on a affaire à de pareils mélanges, les quantités de corps mélangés sont en raison inverse des différences, c'est-à-dire que le corps dont le poids atomique est le plus grand : celui dont le poids est le plus petit ∷ la différence entre la quantité moyenne et la plus petite : la différence qui existe entre la quantité moyenne et la plus grande; solution à laquelle on parvient par une simple règle d'alliage inverse.

On peut en faire autant sur des mélanges de corps binaires, etc.

définies. La composition de ces combinaisons est très-variable : tantôt on n'y rencontre que l'hydrogène et le carbone, quelquefois dans le même rapport pour des corps différens (§ XI, G) (1). Il en est au moins trois bien connues ayant cette formule $C\,H^2$: c'est l'hydrogène bicarboné, l'huile douce de vin et la paraffine; on en connaît deux ayant cette formule $C^5\,H^4$, la naphtaline et la paranaphtaline. L'idrialine contient $C^3\,H^2$; cette composition, $C^5\,H^8$, appartient au camphogène et aux huiles volatiles de térébenthine et de citron. Une d'elles est formée d'azote et de carbone, $C\,Az$, c'est le cyanogène; une renferme de l'azote et de l'hydrogène dans ces proportions, $Az\,H^3$, c'est l'ammoniaque. D'autres substances renferment trois élémens : l'oxigène, le carbone et

(1) Plusieurs de ces combinaisons jouissent des propriétés attribuées aux acides, c'est-à-dire qu'elles peuvent se combiner aux bases pour former des sels. Comme leur formule est assez longue, M. Berzélius la simplifie en mettant une barre au-dessus de la première lettre du nom de l'acide : $\bar{A}$ = acide acétique, $\bar{T}$ = acide tartrique. D'autres combinaisons étant alcalines, M. Couerbe a imaginé de les désigner par le signe + qu'il place également au-dessus de la première lettre, du nom de l'*alcaloïde* : $\overset{+}{Q}$ = quinine, $\overset{+}{V}$ = vératrine.

l'hydrogène; comme les acides citrique, tartrique, benzoïque, etc. D'autres combinaisons, indépendamment de ces trois élémens, contiennent encore de l'azote : l'acide urique, les alcaloïdes. A ces quatre élémens on peut joindre le soufre que l'on trouve dans l'huile volatile de moutarde. Parmi les produits d'origine inorganique, on en rencontre qui sont au moins aussi compliqués et même plus; nous avons déjà cité l'alun qui renferme de l'oxigène, du soufre, de l'aluminium, du potassium et de l'hydrogène. Les substances minérales, nommées *Lichtes Weissgültigers*, *Wismuth Bleierz*, *Thomsonite*, *Mésolithe*, *etc.*, *etc.*, renferment jusqu'à six élémens; l'*Humboldtite* en contient huit.

Produits immédiats.

B. Chez les êtres organisés il se forme des substances particulières, comme la bile chez les animaux, les gommes et les résines chez les végétaux; ces matières portent le nom de *produits immédiats*.

Principes immédiats.

C. Les produits immédiats ou même des individus entiers, comme les cantharides, et des parties d'individus comme les écorces, les racines, etc., traités par des dissolvans de différentes natures, tels que l'eau, l'alcool, les huiles volatiles, le naphte, le sulfure de carbone, etc., et par quelques agens tels que les alcalis et les acides, donnent des substances

qui, souvent, sont susceptibles d'affecter une forme régulière et ont une composition bien déterminée; dans la plupart des cas, ces substances ne peuvent être réduites en de plus simples sans être complètement détruites : elles ont reçu le nom de *principes immédiats*. Le sucre, le camphre, l'acide urique sont des principes immédiats. Les produits immédiats sont des mélanges en proportions indéfinies, de principes immédiats.

Un grand nombre de principes immédiats peuvent se fabriquer dans les laboratoires de chimie.

D. La partie de la chimie qui s'occupe des produits des êtres organisés, porte le nom de *chimie organique*, qui se divise en *chimie végétale* et en *chimie animale*, suivant qu'elle a trait aux parties des animaux ou aux parties des végétaux.

Produits organisés. Dissection microscopique.

E. Les produits immédiats sont souvent organisés, comme la fécule; les principes immédiats ne le sont jamais, comme le sucre déjà cité. 1° Pour qu'une chose soit organisée, il faut qu'elle ait vécu. 2° Toutes les substances affectant une forme régulière et géométrique, n'ont jamais vécu. 3° Appeler le sucre et toutes les substances du même ordre, des *matières organiques*, c'est mal parler; ce sont des matières

d'origine organique, mais non point des matières organisées. 4° Les formes, plus que toute autre propriété des matières d'origine organique, étant ce qu'il y a de plus essentiel à observer pour distinguer si une substance est organisée ou non organisée, le microscope est l'instrument le plus précieux et le premier que l'on doive employer dans des travaux sur de pareils sujets.

Peut-on distinguer les produits chimiques, dits organiques, des produits inorganiques?

F. Les principes immédiats étant séparés, on n'est jamais plus assuré de les avoir complètement isolés, que lorsqu'on les tient sous forme cristalline : cependant les proportions définies ne doivent pas être négligées et elles ont même une pareille valeur; car de ce que dans certaines circonstances on n'a pu faire cristalliser un corps, cela ne veut pas dire que dans d'autres on ne réussirait pas mieux, et le phosphate de chaux des os qu'on n'a jamais obtenu à l'état cristallin, est un véritable principe immédiat, parce qu'il a une composition bien déterminée, et qu'il est un produit de l'organisation des animaux.

Il n'y a qu'une chimie.

G. 1° La seule différence que l'on puisse établir entre la chimie inorganique et la chimie organique, n'est relative qu'à l'origine des corps que ces sciences considèrent. 2° Les corps cristallisés, d'origine organique, peuvent sous tous les

rapports être comparés à ceux d'origine inorganique ; ils sont formés d'atomes réunis entre eux pour former des corps réguliers ou en proportions définies, et souvent même ces atomes sont de natures semblables : ainsi la chimie inorganique serait incomplète, si elle ne décrivait point le phosphate de chaux des os, à côté des autres phosphates calcaires ; aussi ne les a-t-on jamais présentés séparément, et il n'était pas même venu à l'idée des chimistes, que la matière formant les os fût un principe immédiat. 3° On ne peut pas dire que les produits d'origine organique sont décomposables par le feu, et que les autres ne le sont pas, puisque parmi ces derniers il en est un grand nombre de décomposables, et que le phosphate de chaux des os ne l'est pas. On ne peut pas dire non plus qu'ils sont plus fixes les uns que les autres, puisqu'on en trouve d'entièrement volatils et décomposables dans les deux ordres. 4° Il en est beaucoup au contraire qui sont communs aux êtres bruts et aux êtres vivans : l'oxigène, l'azote, l'eau, l'acide carbonique, le nitrate d'ammoniaque, etc., etc., etc. 5° Nous avons cherché à démontrer que les combinaisons renfermant trois élémens et plus, n'étaient point formées d'élémens binaires réunis entre eux, § XII, F; ainsi de ce

que quelques combinaisons ternaires ou quaternaires, ne peuvent être transformées en équations dont les différens membres soient des *produits connus et binaires* (1), on ne peut en conclure qu'il existe une différence entre la chimie organique et la chimie inorganique (2).

On peut cependant dire, en parlant d'une manière générale, que les produits d'origine organique sont décomposables par le feu;

---

(1) C'est abuser des équations et de la patience des lecteurs, que d'en faire dont les membres expriment des substances inconnues. Celles de ce genre ne seraient supportables qu'autant qu'elles auraient pu conduire à une découverte.

(2) Lorsque M. Berzélius écrivait son ouvrage sur la théorie des proportions chimiques, on connaissait peu de produits d'origine organique ne renfermant que deux élémens : aussi avait-il pu dire « *que les atomes composés, du premier ordre, contiennent au moins trois élémens, l'oxigène, l'hydrogène et le carbone, et que leurs atomes peuvent se combiner dans toutes les proportions, sans que l'un d'eux y joue nécessairement le rôle de l'unité;* circonstance qui caractérise le plus grand nombre de substances organiques ». On connaissait cependant, et l'on connaît aussi depuis, plusieurs combinaisons d'hydrogène et de carbone, d'oxigène et de carbone, d'origine organique, qui offrent des rapports aussi simples.

cela tient évidemment à ce que les élémens qui entrent dans leur composition, sont presque tous gazeux lorsqu'ils sont libres, et à ce que l'action de la chaleur venant à écarter les atomes formant les molécules des principes immédiats, ils sont quelquefois déplacés, d'où il résulte de nouvelles combinaisons. La nature gazeuse de ces élémens vient en grande partie de ce que les végétaux ne s'accroissent guère qu'aux dépens des gaz et vapeurs composant l'atmosphère, et de ce que les animaux s'assimilent des matières végétales et les élémens de l'atmosphère, avec des matières animales formées par le concours des uns des autres.

Combinaison des corps gazeux.

§ XIV. A. 1° Lorsque des corps à l'état de gaz se combinent entre eux, *il existe toujours un rapport simple entre les volumes de ces gaz :* ainsi, deux volumes d'hydrogène et un volume d'oxigène forment de l'eau, trois volumes d'hydrogène et un volume d'azote donnent l'ammoniaque, deux volumes d'azote et un volume d'oxigène produisent le protoxide d'azote. 2° Lorsqu'après la combinaison des gaz ou des vapeurs le volume n'est plus le même, il existe encore un rapport simple entre le volume du gaz condensé et la somme des volumes des gaz qui se sont combinés, ou entre le volume condensé et l'un des deux gaz qui ont concouru à le former : ainsi deux volumes

d'hydrogène et un volume d'oxigène donnent deux volumes de vapeur d'eau, trois volumes d'hydrogène et un volume d'azote forment deux volumes de gaz ammoniac; dans le premier cas il existe un rapport fort simple entre le volume de la vapeur d'eau et celui de l'hydrogène qui l'a produite, puisqu'il est le même; dans le second cas, il existe un rapport simple entre le volume de gaz ammoniac et la somme des volumes de gaz qui l'ont produit, puisqu'ils en sont le double. Ces deux lois remarquables ont été découvertes par M. Gay-Lussac.

B. 1° Dans la plupart des cas, voici ce qu'on observe : la combinaison des volumes égaux s'effectue sans condensation : ainsi, un volume d'azote et un volume d'oxigène forment deux volumes de binoxide d'azote. Les acides hydrochlorique, hydriodique et hydrobrômique sont dans le même cas. 2° Si deux volumes d'un gaz se combinent avec un seul volume d'un autre gaz, il y a condensation en deux volumes seulement: l'eau et le protoxide d'azote en offrent des exemples.

Densité des gaz ou des vapeurs trouvée *à priori.*

C. La densité des gaz simples étant connue, il suit de ce qui précède que l'on peut *à priori* trouver la densité de gaz ou de vapeurs composés en sachant les volumes des gaz simples qui entrent dans leur composition et la conden-

sation qu'ils éprouvent (1). Cela se conçoit facilement : les densités étant le rapport des poids aux volumes, le poids des gaz ne pouvant changer par le fait de la combinaison, les volumes seuls éprouvant une variation qui est connue, on trouvera la densité cherchée en divisant les poids des gaz qui se sont combinés par leur volume définitif.

Les gaz étant rapportés à la même unité de volume, leurs poids sont entre eux comme leurs densités. On pourra donc substituer celles-ci à leurs poids dans les opérations dont il est ici question.

En appliquant ce calcul aux exemples précédens, on trouvera que $\frac{0,9757+1,1026}{2}=1,0391$ $=$ densité du binoxide d'azote; par expérience on a trouvé 1,0388; ces nombres sont excessivement rapprochés.

Pour la vapeur d'eau on a : $\frac{0,0688 \times 2 + 1,1026}{2}$ $= 0,6201 =$ densité de la vapeur d'eau. Par expérience, M. Gay-Lussac a trouvé 0,6235.

Pour la densité du gaz ammoniacal on a : $\frac{0,0688 \times 3 + 0,9757}{2} = 0,5910$. Par expérience, MM. Biot et Arago ont trouvé 0,5967.

---

(1) Dans les calculs suivans, les gaz sont supposés à la même température et à la même pression ; les volumes sont rapportés à une unité de mesure quelconque.

Densités des vapeurs des corps fixes.

D. Comme il est des matières gazeuses ou à l'état de vapeurs, qui contiennent des corps qui, étant isolés, n'ont jamais pu être rendus aériformes, on a cherché à savoir quel serait le poids de la vapeur de ces corps en retranchant de la densité du gaz composé, celle du gaz simple qui s'y trouve; par exemple: l'acide carbonique est formé de carbone et d'oxigène; si l'on suppose qu'il soit formé d'un volume de chacun de ces corps, la densité de l'acide carbonique étant 1,5245, celle de l'oxigène étant 1,1026, on a $1,5245 - 1,1026 = 0,4219$, ou plus simplement $0,422 =$ densité de la vapeur de carbone. On n'a pas de certitude que ce soit bien là sa densité; mais si ce n'est point elle, on est convaincu qu'elle doit être dans un rapport fort simple avec celle qui vient d'être indiquée, comme le double ou la moitié.

La même chose existe pour tous les corps dont la densité de la vapeur a été obtenue par une semblable supposition. Quoi qu'il en soit, ce nombre 0,422 est adopté par la majorité des chimistes qui l'emploient dans leurs calculs (1).

---

(1) Dans cette chose, comme dans les autres, la puissance de la majorité ne peut équivaloir à une bonne raison qui lui est contraire; aussi nous trouvons plus probable que la densité de la vapeur de carbone soit 0,844,

E. L'hydrogène bi-carboné a une densité qui est égale à 0,9852 ; sur 100 parties, il contient en poids : { hydrogène 14,02 / carbone 85,98

tient en poids :	hydrogène	14,02
	carbone	85,98
		100,00

Sa densité et sa composition étant connues, on voit qu'il doit être formé de deux volumes d'hydrogène et de deux volumes de vapeur de carbone, condensés en un seul volume. Car la composition pondérale exprimant le rapport des quantités d'hydrogène et de carbone, les poids de ces corps étant en raison inverse de leurs volumes, on aura le rapport de ces volumes en divisant les poids par les densités correspondantes (§ XVII, D) : or $\frac{14,02}{0,0688} = \frac{85,98}{0,4219}$;
il n'est pas douteux que, dans ce cas, les volumes de gaz et de vapeurs sont égaux. Mais la densité de l'hydrogène ajoutée à celle du carbone ne donne que 0,4907 qui est la moitié de la densité du gaz hydrogène bi-carboné ; il faudra donc en prendre le double : d'ailleurs cela est indiqué par l'eudiométrie.

---

et nous n'admettons l'autre densité pour le moment, qu'afin de satisfaire à l'usage.

Vapeurs des corps ternaires.

F. Il existe des combinaisons ternaires qui peuvent être réduites en vapeurs, et l'on trouve encore un rapport simple entre les volumes des élémens qui les composent et le volume qui reste après la condensation. L'alcool a cette formule : $O\,C^2H^6$, qui peut donner cette équation : $2\,(H^2\,C)$ = hydrogène bi-carboné + $O\,H^2$ = eau (1). La densité de l'hydrogène bi-carboné = 0,9816 + 0,6201 représentant celle de l'eau = 1,6017. Par expérience M. Gay-Lussac a trouvé 1,6133. Un volume de vapeur alcoolique a donc la même densité qu'un volume de vapeur d'eau et un volume d'hydrogène bi-carboné, condensés en un seul.

L'éther peut être représenté par cette formule : $O\,C^4H^{10}$ donnant cette équation : $4\,(H^2\,C) + O\,H^2$, ou une fois plus d'hydrogène bi-carboné qu'il n'y en a dans l'alcool pour la même quantité d'eau ; la densité de sa vapeur, obtenue par expérience, = 2,5860. Elle se trouve donc exprimée par la densité de deux volumes d'hydrogène bi-carboné et celle d'un volume de vapeur d'eau, condensés en un seul volume, car $0{,}9816 \times 2 + 0{,}6201 = 2{,}5833$.

(1) Il faut deux volumes de vapeur de carbone, pesant 0,422, pour correspondre à un atome du même élément ; et $O\,H^2$ correspond à deux volumes de vapeur d'eau.

Formules pour la densité des vapeurs.

G. Pour réduire les exemples précédens en formule générale, soit, N un nombre quelconque de volumes d'un gaz simple ou composé entrant dans la formation d'un gaz encore plus composé, *N* le nombre de volumes après la condensation, D la densité des gaz exprimés par N, et *D* la densité du gaz ou de la vapeur désignés par *N*.

Lorsqu'il s'agit de trouver la densité d'un gaz composé, on a : $\frac{N \times D + N' \times D', \text{ etc.}}{\mathit{N}} = \mathit{D}$.

Lorsqu'il s'agit d'extraire d'une combinaison la prétendue densité de vapeur d'un corps fixe, on ne peut y parvenir qu'en *supposant* que ce corps y occupe un certain nombre de volumes. Ce nombre étant N et sa densité inconnue x, les autres gaz ou vapeurs simples étant exprimés par N′ D′, N″ D″, etc.,

$$\text{on a } \mathit{D} \times \mathit{N} - \overbrace{N' \times D' + N'' \times D'', \text{ etc.}}^{\text{suivant le nombre des élémens,}} = P \,.\, \frac{P}{N} = x = D.$$

H. De ce que la densité de la vapeur d'eau, jointe à celle de l'hydrogène bi-carboné, donne la densité de la vapeur d'alcool, on ne peut en conclure que l'alcool soit formé de molécules intégrantes d'hydrogène bi-carboné réunies à des molécules intégrantes d'eau; car si la somme des densités des vapeurs exprimées par ces formules $2\,(H^2 C) + H^2 O$, donne un

certain nombre, il est constant que la somme des densités des élémens renfermés dans cette équation, $H^6 C^2 O$, donnera exactement le même nombre, attendu que les densités ont une relation avec le poids des atomes, qui est inaltérable (§ VI, B).

Vapeurs isomériques.

I. On a rencontré des corps composés ayant exactement la même composition pondérale et des poids de vapeurs différens; ainsi la naphtaline et la para-naphtaline ont cette composition : $C^5 H^4$. La densité de la vapeur de naphtaline est égale à celle du carbone $\times$ 10 (Voyez la note page 57) et à celle de l'hydrogène $\times$ 4. Celle de la vapeur de para-naphtaline est = à celle de quinze volumes de vapeur de carbone et à celle de six d'hydrogène. Ainsi, si les molécules intégrantes des vapeurs sont comme les poids de ces vapeurs, on a : $C^{10} H^8$ pour la somme des atomes entrant dans une molécule de vapeur de naphtaline, et $C^{15} + H^{12}$ pour la somme des atomes entrant dans une molécule de vapeur de para-naphtaline.

Explication de la condensation des corps aériformes.

J. Pour expliquer les condensations des gaz, M. Gaudin a supposé que chaque molécule de gaz simple était formée de deux atomes réunis, et que, dans les combinaisons, la désunion avait lieu pour produire de nouveaux

corps; ainsi, pour faire de l'eau, il aurait fallu mettre en présence :

1 molécule d'oxigène $=$ 2 atomes,
$+$ 2 molécules d'hydrogène $=$ 4 atomes(1);
6

ces 6 atomes formeraient deux molécules d'eau renfermant chacune 3 atomes $= H^2O$, ce qui expliquerait la condensation en deux volumes.

Pour l'acide hydrochlorique on aurait :

1 molécule de chlore $=$ 2 atomes
$+$ 1 molécule d'hydrogène $=$ 2 atomes;
4

ces quatre atomes se réuniraient deux à deux, de natures différentes, pour produire deux molécules d'acide hydrochlorique occupant deux volumes, ce qui aurait lieu sans condensation; l'ammoniaque serait formée de trois molécules d'hydrogène $=$ 6 atomes
et d'une molécule d'azote $=$ 2 atomes :
8

ces huit atomes produiraient deux molécules de gaz ammoniac $= 2 \times H^3 Az$. La condensation produit effectivement deux volumes.

Cette ingénieuse hypothèse, dont la première

(1) Il faut se rappeler que, dans cette hypothèse, les molécules sont proportionnelles aux volumes.

idée est due à M. Ampère, a servi de base à M. Gaudin pour déterminer les poids de plusieurs atomes.

Vapeurs renfermant des corps fixés par eux-mêmes.

K. M. Dumas étant parvenu à prendre directement la densité de la vapeur de plusieurs corps solides, a vu que les combinaisons qui avaient lieu entre les vapeurs de tels corps et celles des gaz élémentaires, s'éloignaient des rapports simples indiqués jusqu'à présent; par exemple : l'hydrogène proto-phosphoré serait formé de 6 volumes d'hydrogène et de 1 volume de vapeur de phosphore = 7 volumes condensés en 4; d'où l'on voit que chaque volume d'hydrogène proto-phosphoré serait formé de 1 volume $\frac{1}{2}$ d'hydrogène et de $\frac{1}{4}$ de volume de vapeur de phosphore $= \frac{7}{4}$ de volumes condensés en 1 seul volume. L'hydrogène perphosphoré paraît formé de 4 volumes d'hydrogène et de 1 volume de vapeur de phosphore, condensés de moitié, c'est-à-dire en 2 volumes et $\frac{1}{2}$, ce qui donne pour chaque volume d'hydrogène perphosphoré 0,4 de volume de vapeur de phosphore, et 1,6 volume d'hydrogène = 2 volumes condensés en un seul.

Ce qui vient d'être dit ne peut paraître étonnant, car rien de probable ne semble s'opposer à ce que les atomes se combinent dans une foule de rapports.

Combinaisons bi-binaires dans la nature organique.

§ XV. M. Gay-Lussac est le premier qui ait démontré que quelques combinaisons produites par la réaction d'agens chimiques sur les principes immédiats, pouvaient, dans certains cas, se subdiviser en d'autres combinaisons plus simples (§ XIV, F). M. Berzélius, dans son *Essai sur la théorie des proportions chimiques*, n'a point admis cette manière de voir (1), qu'il avait adoptée pour les corps d'origine inorganique. Par cette distinction il avait semblé élever une barrière entre la chimie organique et la chimie inorganique. M. Dumas, par une multitude de faits, a cherché à renverser cette barrière, en prouvant que les combinaisons ternaires, produites par la nature organisée, pouvaient, pour la plupart, être considérées comme des réunions de molécules binaires; ainsi le sucre de la canne devient du bi-carbonate d'hydrogène bi-carboné, hydraté, ou du carbonate d'éther; le sucre de raisin est du bi-carbonate d'hydrogène bi-carboné, bi-hydraté, ou du carbonate d'alcool, etc., etc. Ces recherches dont le génie de M. Gay-Lussac avait donné l'éveil, se sont beaucoup accrues et s'accroissent encore

---

(1) Page 46.

tous les jours; les chimistes, à l'envi les uns des autres, semblent vouloir payer un noble tribut à la science. Mais quelque bonnes que soient leurs expériences, quelque brillans que soient leurs travaux, ils ne sont pas guidés par une saine logique : ils subissent l'empire d'une espèce de mode qui s'effacera bientôt; c'est en exploitant l'erreur que l'on découvre la vérité et que l'on a franchi la barrière élevée par M. Berzélius, car dans les combinaisons ternaires il ne peut y avoir de molécules intégrantes, binaires (§ XII, F).

Que l'on écrive les formules en mettant les signes les uns à côté des autres dans un ordre quelconque, pourvu qu'il soit adopté(1); qu'on les transforme en autant d'équations qu'on le jugera à propos; ces équations seront d'une grande utilité, soit pour démontrer quels sont les corps qui ont pu former les combinaisons qu'elles représentent, soit pour faire connaître les produits qu'elles donneront par leur décomposition. Mais que les chimistes ne disent pas que telle disposition binaire d'une combinaison renfermant trois élémens et plus, soit vraie, ou même qu'elle soit plus probable qu'une

(1) L'ordre alphabétique est celui qui paraît le plus convenable (§ XII, G).

autre, car ils enseignent l'erreur et nuisent aux études de ceux qui apprennent, en leur indiquant des choses qui ne sont pas, comme on peut en juger par ce qui suit :

Dans les sels, l'acide lactique a cette composition :	H^{10}	C^6	O^5
Le sucre de canne en a une semblable :	H^{10}	C^6	O^5
Le sucre de raisin a celle-ci :	H^6	C^3	O^3
Le ligneux et l'amidin sont représentés par :	H^4	C^3	O^2
L'acide acétique pur s'écrit ainsi :	H^8	C^4	O^4
L'eau =	H^2	·	O^1

L'acide lactique se forme dans une foule de circonstances où se trouvent les produits ci-dessus indiqués; ainsi il est possible qu'ils président à sa formation, et l'on a :

Le sucre de canne qui a une composition parfaitement semblable à celle de l'acide lactique, le sucre de raisin $= H^6\ C^3\ O^3 \times 2 = H^{12}\ C^6\ O^6 - H^2\ O =$ acide lactique; le ligneux $= H^4\ C^3\ O^2 \times 2 = H^8\ C^6\ O^4 + H^2\ O =$ acide lactique; cet acide $= H^{10}\ C^6\ O^5 \times 2 = H^{20}\ C^{12}\ O^{10} =$

$$\frac{\text{acide acétique}}{3 \times H^8\ C^4\ O^4 - 2\ H^2\ O}.$$

Les équations précédentes peuvent être utiles, en ce qu'elles montrent la possibilité de la production de l'acide lactique et de sa transformation en différentes circonstances; mais elles ne veulent pas dire que l'acide lactique soit du sucre de canne, que ce soit de

l'acide acétique moins de l'eau, ni du ligneux plus de l'eau.

Radical.

§ XVI. Il peut arriver qu'un corps composé, par quelques variations dans la proportion de ses élémens ou par son union avec d'autres corps, donne naissance à une foule de combinaisons dont une partie de ses élémens puisse être considérée comme le type. Il se peut même que ce type n'ait jamais été isolé, mais qu'il soit représenté par une formule qui soit la somme des élémens qui, sans soustraction, se retrouve dans toutes ses combinaisons qui ne peuvent alors se former que par addition; ainsi l'huile purifiée d'amandes amères a la formule suivante :

$$C^{14} \quad H^{12} \quad O^{2};$$

cette huile $+ 2O = C^{14} H^{12} O^{4} =$ acide benzoïque cristallisé. Cet acide, en se combinant avec l'argent, perd $H^{2} O$: il reste $C^{14} H^{10} O^{2}$; mais la formule $C^{14} H^{10} O^{2}$ peut donner naissance à tous ces corps, quoique celui qu'elle représente n'ait point été isolé. MM. Liebig et Wöhler en ont fait usage pour expliquer les réactions de l'huile d'amandes amères et lui ont donné le nom de *radical* benzoïque ou celui de *benzoyle* (1).

---

(1) De *benzuinum*, benjoin, et de ὕλη, principe.

C'est une extension du mot radical employé par les anciens chimistes pour exprimer une matière simple, et par M. Gay-Lussac à l'occasion du cyanogène. Les seules différences que l'on puisse observer dans l'application de ce mot, sont que, dans le premier cas, il était synonyme de corps simple; que, dans le second, il a été appliqué à un corps composé binaire, ayant la plus grande analogie avec de certains corps réputés simples et appelés radicaux, tels que le chlore et l'iode; enfin que, dans le troisième cas, il a été appliqué à un corps composé, ternaire, qui n'a pu être isolé.

En considérant les radicaux ternaires comme le résultat d'une simple supposition propre à faciliter l'intelligence des faits qui y sont relatifs, leur usage devenant alors de quelque utilité, on peut les employer; mais si l'on s'en sert pour exprimer un corps dont les élémens sont en quelque sorte enchaînés et ne peuvent se combiner que comme on suppose que les bases le font avec les acides, il faut absolument les rejeter; car, dans ce cas, leur formule serait l'expression d'une molécule intégrante qui pourrait s'ajouter à d'autres molécules du même ordre; ce qui est impossible. (§ XII, E, F.)

RÉSUMÉ DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Dans cette première partie nous avons d'abord cherché à déterminer les propriétés de la matière, et nous avons vu qu'il était impossible de s'en rendre un compte exact sans admettre l'existence des atomes. Cela nous a conduit à classer les propriétés en trois ordres : celles qui seraient inhérentes à une seule molécule isolée dans l'univers, *étendue*, *impénétrabilité*, *indestructibilité;* celles qui appartiennent aux masses, *divisibilité*, *porosité*, *compressibilité*, *élasticité;* enfin celles qui naissent par le rapport des élémens, *pesanteur*, *chaleur*, *lumière*, *électricité*.

Il est des atomes de natures différentes; chaque espèce d'atomes porte le nom de *corps simple* ou d'*élément*. Tous les corps connus existent sous trois états : *solides*, *liquides* et *gazeux*. Les corps de natures différentes peuvent se réunir entre eux en subissant certaines lois pour former des *combinaisons*. Les combinaisons ne peuvent s'effectuer entre les corps solides, parce qu'il faut que les atomes soient mobiles pour prendre l'arrangement qui leur convient.

Sous des volumes égaux, les matières de natures différentes ont des poids différens. On nomme *densité* le rapport du poids au volume. Les atomes sont pesans; leur poids ne les abandonne jamais; il est invariable pour chaque atome d'une nature déterminée. L'espace qui sépare les atomes n'est pas le même pour toutes les espèces de matières.

Par certaines considérations on sait qu'il existe autant d'atomes sous un poids donné d'une matière, que sous un poids connu d'une autre matière; ces poids sont entre eux comme les poids des atomes constituant ces matières.

Plus loin nous avons présenté les signes par lesquels on représente chaque espèce d'atomes et les moyens de s'en servir pour écrire les combinaisons. A l'aide de ces signes, nous avons établi ce qu'on entend par double décomposition, comme une chose découlant nécessairement de l'existence des atomes; les proportions définies, les proportions multiples et les équivalens en ont aussi découlé immédiatement.

Les atomes qui concourent à la formation d'une combinaison prennent le nom de *molécules constituantes*, et les groupes d'atomes qui ne pourraient être divisés sans que la combinaison fût détruite, prennent le nom de *molécules intégrantes*. Ces molécules ont une

forme régulière ou symétrique, et par leur réunion elles donnent naissance à des cristaux dont les formes, très-variées pour chaque espèce de corps, peuvent être ramenées à une seule forme qui porte le nom de *forme primitive.*

Le nombre et l'arrangement des atomes constituent la forme des cristaux; des atomes de natures différentes, mais en même nombre et rangés de la même manière, peuvent donner des formes semblables; ce sont ces cristaux de natures différentes et de formes semblables qui portent le nom d'*isomorphes.*

Les atomes qui constituent l'eau changent les formes des cristaux tout aussi bien que d'autres atomes.

Les formules chimiques n'expriment pas toujours la somme des atomes qui entrent dans une combinaison, mais simplement le rapport.

Un certain nombre d'atomes de natures différentes est souvent susceptible de se grouper de diverses manières; les différens groupemens forment les corps *isomériques.*

Il peut encore arriver que des combinaisons très-différentes par le nombre d'atomes qu'elles renferment puissent être représentées par la même formule, comme on en voit un exemple dans la naphtaline et la paranaphtaline. Cela constitue un autre genre d'isomérie.

La pile, en agissant sur les combinaisons pour les détruire, doit les séparer en deux parties différentes, puisqu'elle n'a que deux pôles actifs (1) : définition des *acides*, des *bases* et des *sels*. Explication de la saturation par une résultante. Les sels ne renferment point des molécules intégrantes de natures différentes : exception qui peut exister.

Manière dont on devrait écrire les formules.

La chimie qu'on appelle *organique* ne peut être distinguée de la chimie *inorganique*. La plupart des faits qui semblaient échapper à cette science appartiennent à la physique, à l'anatomie et à la physiologie.

Les *principes immédiats* ne peuvent être chimiquement divisés sans être détruits. Les *produits immédiats* sont formés par la réunion des principes immédiats en proportions indéfinies.

C'est dans la nutrition des êtres organisés que l'on trouve la cause de la composition des matériaux qui les forment. C'est ce genre de nutri-

---

(1) J'ai tenté de construire des piles à trois pôles ; je n'en ai pas obtenu les effets que j'attendais.

tion qui est lui-même la cause de leur destruction lorsqu'ils sont privés de la vie.

Tous les corps qui résultent de groupemens définis d'atomes ou qui sont susceptibles de cristalliser, qu'ils soient formés naturellement ou artificiellement, qu'ils appartiennent à la nature inorganique ou qu'ils soient produits par des êtres organisés, ces corps sont du domaine de la chimie.

Les atomes, quelle que soit leur nature, étant soumis aux mêmes lois, il n'y a et il ne peut y avoir qu'une seule espèce de chimie.

Toute la partie de la chimie dite organique qui renferme les analyses indiquant la séparation des principes immédiats qui, chez les êtres vivans, se trouvent toujours réunis entre eux en proportion indéterminée, cette partie de la chimie, disons-nous, n'est que de la chimie appliquée à l'histoire naturelle, et elle finira par être entièrement du domaine de cette science.

La chimie générale ou élémentaire se compliquerait trop pour qu'elle pût conserver ces matières. Elle les rejettera d'autant plus, qu'elle ne peut trouver en elle-même des méthodes pour les classer, et que, là où il y a confusion, il n'y a pas de science; car les sciences ne sont qu'un assemblage heureux de plusieurs faits ou

de plusieurs sujets analogues qui permettent de tirer des conséquences et d'établir des généralités.

Les limites de la chimie se trouveront tracées dans l'étude approfondie des corps réputés simples, de leurs réactions, des produits définis qui en résultent, des phénomènes qu'ils présentent, et des procédés généraux que l'on pourra suivre pour les extraire ou les combiner. A ce titre, l'étude des espèces minérales, sous le rapport de leur composition, de leur formation, etc., sera entièrement du domaine de la chimie; car il n'existe entre ces corps et ceux que la chimie actuelle étudie, que la simple différence qui résulte de leur formation : les uns ont été produits dans le vaste laboratoire de la nature, dans des temps et par des procédés qui nous sont souvent inconnus; les autres naissent à volonté dans les mains du chimiste. C'est alors que toutes les sciences viendront puiser dans la chimie les faits et les lumières dont elles auront besoin pour marcher et grandir.

DEUXIÈME PARTIE.

La première partie a été entièrement consacrée à l'établissement des bases sur lesquelles repose la théorie des atomes. Tout y a été démontré *à priori* comme une conséquence nécessaire de l'existence même des atomes; et l'on a pu voir que, partout, les faits coïncidaient avec les idées préconçues.

Dans la deuxième partie, nous suivrons une marche tout-à-fait opposée; nous partirons de la connaissance des faits pour remonter à l'existence des atomes.

L'ordre adopté pour cette deuxième partie ne diffère pas sensiblement de celui qui a été suivi par tous ceux qui ont écrit sur la théorie atomique jusqu'à ce jour : seulement, nous avons donné les élémens nécessaires pour que tout puisse être compris facilement; et les propositions sont enchaînées de telle manière, que celles qui précèdent n'auront jamais besoin de celles qui suivent pour être entendues.

§ XVII. A. La densité d'un corps étant exprimée par un poids déterminé sous un vo-

lume donné, ou, plus généralement encore, la densité étant le rapport du poids au volume, il en résulte que, sous des volumes égaux, les densités des matières semblables sont comme leurs poids, et *vice versâ*.

B. La densité ne variant pas, les poids sont en raison directe des volumes.

C. Les poids étant fixes, les volumes sont différens pour des densités différentes; mais plus les volumes sont grands, plus les densités sont petites, et plus les volumes sont petits, plus les densités sont grandes; c'est-à-dire que différentes matières étant d'un poids égal, celle-là sera plus dense qui aura le plus petit volume. Or, il en résulte que les densités sont en raison inverse des volumes, et *vice versâ*.

D. On obtient la densité d'un corps en divisant son poids par son volume : de là $\frac{P}{V} = D$.

Il suit de ce qui précède que l'on connaîtra le volume d'un corps en divisant son poids par sa densité : de là $\frac{P}{D} = V$.

E. Le poids d'un corps sera donc égal au produit de sa densité par son volume : $D \times V = P$ (1).

---

(1) Les exemples qui viennent d'être donnés sont

F. Nous admettons, sans discussion, que le volume des atomes est le même pour tous.

Il suit de là :

1° Que les poids atomiques expriment les densités relatives des atomes, et que par conséquent d = p;

2° Que le nombre des atomes dans les masses croît comme le volume réel de ces masses, et que v = n.

Cela étant, on peut appliquer aux atomes ce qui a été dit pour les densités : $\frac{P}{p \text{ ou } d}$ donnera v = n. De même $\frac{P}{n} = p$, et p × n = P. (Voyez les signes.)

§ XVIII. A. A l'aide des données qui pré-

---

on ne peut plus faciles à comprendre pour quiconque sait l'arithmétique ; car, en posant le premier de cette manière, $P \left| \frac{V}{D} \right.$, on voit que P est dividende, que V est diviseur et que D est quotient. Comme on fait la preuve de la division par la multiplication, D × V doit reproduire P ; mais V × D = D × V. On peut donc poser la division ainsi : $P \left\{ \frac{D}{V} \right.$; donc $\frac{P}{V} = D$, et $\frac{P}{D} = V$.

cèdent, il est possible de résoudre quelques problèmes relatifs aux atomes :

1° Puisque le poids de la matière appartient aux atomes, et que le poids d'une masse n'est que celui de tous les atomes qui la constituent, en divisant un poids quelconque de matière simple par celui de l'atome qui la représente, on aura pour quotient le nombre des atomes. Cela peut se prouver par l'équation $\frac{P}{p} = \frac{P}{d}$; mais $\frac{P}{d} = v = n$. (Voyez ci-dessus.)

L'opération inverse pourra être faite ; c'est-à-dire que, connaissant le nombre des atomes, on pourra trouver le poids de la masse qu'ils forment ; chose si simple, qu'elle n'a pas besoin de démonstration : ce sera $n \times p = P$.

Voici quelques exemples relatifs à ces deux cas : soit une combinaison formée sur 100 parties de 7,17 d'oxigène et de 92,83 de plomb. On aura les nombres *relatifs* des atomes d'oxigène et de plomb en divisant le premier de ces nombres par le poids atomique de l'oxigène et le second par celui du plomb. Ainsi $\frac{7,17}{100} = 0,0717$ et $\frac{92,83}{1294,498} = 0,0717$. Les deux quotiens étant égaux, et exprimant le nombre d'atomes, n'est-il pas évident que dans l'oxide

de plomb, qui vient d'être pris pour exemple, il y a autant d'atomes de plomb que d'atomes d'oxigène (1)?

2° Pour convertir en poids la composition atomique de l'oxide de plomb, on observera qu'il contient un atome d'oxigène et un atome de métal, et que les poids de ces atomes sont entre eux :: 100 : 1294,498.

Si donc on veut transformer ces poids en centièmes, il suffira de suivre attentivement cette formule : $O + Pb : 100 :: O : x = 7,17$ (2); mais si 100 p. d'oxide de plomb renferment 7,17 d'oxigène, le reste sera du plomb. Donc $100 - 7,17 = 92,83 =$ plomb.

Le sesqui-oxide de fer, sur cent parties, contient 69,p34 de fer et 30,p66 d'oxigène : 69,34 de fer, divisés par le poids atomique du fer, 339,20, donnent 0,204, et $\frac{30,66}{100} = 0,306$; mais 0,204 : 0,306 :: 2 : 3 : donc, la formule du sesqui-oxide de fer sera représentée par $Fe^2 + O^3$.

---

(1) Il faut bien faire attention qu'il n'est ici question que du rapport numérique des atomes et non de leur nombre réel, puisqu'on ne le connaît pas. (§ VI. C.)

(2) Au lieu des signes $O + Pb$ et O, on prendra les nombres qu'ils représentent.

La composition en centièmes se rétablirait comme la précédente.

3° *Toutes les fois que l'on voudra connaître le rapport numérique des atomes entrant dans une combinaison dont la composition sera exprimée en poids, il faudra diviser chaque poids de matière simple par celui de l'atome correspondant : les quotiens seront entre eux comme les nombres d'atomes.*

Pour avoir le rapport le plus simple possible, il faudra trouver le plus grand commun diviseur par les méthodes ordinaires, et diviser chacun des poids par ce nombre : les quotiens indiqueront ce que l'on cherche.

Si, en opérant ainsi, on obtenait des demi-atomes, il faudrait doubler la formule ; si l'on obtenait des tiers d'atomes, il faudrait la tripler, etc. Cela ne peut être autrement, puisque les atomes sont insécables.

B. Les formules chimiques adoptées par M. Berzélius sont loin d'être toujours la plus simple expression des combinaisons ; car, admettant que les sels renferment un acide et une base tout formés, la molécule basique étant déterminée, celle de l'acide le devient nécessairement, et *vice versâ*. Soit la molécule basique $=\dot{\Delta}$, la quantité d'acide qui pourra la saturer donnera le poids de cette molécule ; l'acide

citrique, par exemple, dans sa plus simple expression, serait représenté par C, H, O; mais la somme des poids de ces trois molécules n'est que le quart du poids de l'acide qui peut saturer $\dot{\Delta}$. C^4, H^4, O^4 représentera donc la molécule d'acide citrique.

Nulle autre considération ne peut porter à croire que la molécule de cet acide renferme C^4, H^4, O^4 : car cette molécule fût-elle C, H, O, il faut que les élémens se séparent pour se grouper autour de Δ, O; et dans ce cas, c'est purement et simplement admettre les équivalens.

C. Pour trouver le nombre des atomes entrant dans ces prétendues molécules, on détermine la *capacité de saturation de l'acide*, c'est-à-dire que l'on cherche le poids qu'il en faut pour saturer une molécule de base. On divise ce poids par la formule la plus simple donnée par l'analyse, et l'on multiplie le nombre de chacun des atomes qu'elle représente par le quotient que l'on obtient. Par exemple, soit à déterminer la formule de l'acide citrique, on cherche combien il en faut pour saturer O Pb. Le poids obtenu étant divisé par la somme des poids des atomes de la formule C H O, qui est la plus simple expression à laquelle on puisse

ramener l'acide en question, on verra qu'elle en contient quatre fois autant ; on multipliera donc chaque atome par 4, et l'on aura C^4, H^4, O^4.

S'il arrivait que des atomes fussent affectés d'exposans, on multiplierait également ces exposans par le nombre obtenu au quotient : dans le cas précédent H^2 aurait donné H^8.

§ XIX. A. Les équivalens chimiques indiquant les rapports des quantités pondérales de matières qui peuvent se substituer les unes aux autres dans les combinaisons (§ IX. B.), n'indiquent également que des nombres qui offrent un rapport simple avec les poids des atomes; mais quand ils appartiennent à des corps isomorphes, ils deviennent l'expression réelle des poids atomiques. Ils pourraient cependant en être des multiples : dans ce cas, le poids auquel on les comparerait serait lui-même multiple, et par un même nombre. Par exemple, l'équivalent de chlore = 442,650, et ce poids est exactement le double du poids de l'atome ; si on le compare à l'équivalent de l'iode qui est isomorphe avec le chlore, on a 1579,500, qu'il faut aussi diviser par deux pour avoir le poids atomique de l'iode.

B. En ne considérant pas les équivalens comme des nombres déterminés d'avance, mais

comme des nombres dont le rapport seulement existe, l'équivalent d'iode comparé au chlore pris en quantité telle que son poids soit celui qui est adopté pour son atome, l'équivalent d'iode, disons-nous, sera aussi le poids de l'atome de ce corps.

Dans bien des cas, on adopte les équivalens comme poids atomiques, sans autre considération. (Voyez § XVIII. B, C.)

§ XX. Les proportions multiples sont un bon guide pour déterminer le rapport des atomes. Elles ne peuvent en indiquer le nombre que d'une manière relative, c'est-à-dire par comparaison avec d'autres corps; par exemple : dans les oxides de fer, pour une même proportion de ce métal, les quantités d'oxigène sont entre elles comme 6, 8, 9 qui donnent ces formules : $F^6 O^6$, $Fe^6 O^8$, $Fe^6 O^9$. Quelques considérations ayant fait connaître que le protoxide de fer est isomorphe avec le monoxide de calcium pour lequel on a adopté Ca O, ces trois formules deviennent Fe O, $Fe^3 O^4$, $Fe^2 O^3$.

Les proportions multiples ont indiqué le rapport des quantités d'oxigène; mais, par des considérations d'un ordre différent, une seule formule ayant été trouvée, les autres en ont découlé immédiatement. Pour les combinaisons

de l'azote et de l'oxigène, celui-ci devient en volume ou en poids, pour une quantité constante du premier, comme les nombres 1, 2, 3, 4, 5: dans ce cas, la théorie des volumes indique que, pour un atome d'oxigène, il y a deux atomes d'azote; cette quantité étant constante pour toute la série d'oxigène, les formules deviennent dans leur plus simple expression, $O\,Az^2$, $O\,Az$, $O^3\,A^2$, $O^2\,Az$, $O^5\,Az^2$, et sont formées dans le même rapport que leurs correspondantes $O\,Az^2$, $O^2\,Az^2$, $O^3\,Az^2$, $O^4\,Az^2$, $O^5\,Az^2$.

§ XXI. L'isomorphisme est une des parties de la chimie qui offre les meilleures indications pour déterminer les nombres des atomes; ces nombres indiquent facilement leur poids, lorsqu'on sait combien il y en a dans une quantité déterminée de matière.

En effet, si l'on sait que le protoxide de fer peut être remplacé, dans un carbonate, par les oxides $Ca + O$, $Ma + O$, $Mn + O$, etc., sans en faire changer la forme, on pensera avec raison qu'ils sont composés d'un même nombre d'atomes, et leurs poids atomiques seront entre eux comme les quantités pondérales de matières qui peuvent se substituer, en saturant une égale quantité d'acide carbonique. Le poids de l'un d'eux étant déter-

miné, il sera très-facile de trouver les autres.

C'est pour de semblables déterminations qu'il faut bien remarquer que des corps de formes semblables peuvent avoir des compositions très-différentes, et qu'en général l'isomorphisme ne peut se rapporter qu'aux combinaisons qui, ayant la même forme, peuvent être exprimées par le même nombre d'atomes, les élémens de l'eau y compris, s'ils en font partie. (Voyez § XI. C, D, E.)

§ XXII. Les gaz se combinant entre eux dans des rapports très-simples, relativement à leurs volumes, on a été conduit à admettre que sous des volumes égaux à la même pression et à la même température, ils contenaient le même nombre d'atomes. C'est une pure supposition que l'on a faite; mais elle est appuyée par un grand nombre de considérations telles que : 1° leur combinaison en volumes qui sont en rapports simples; 2° leur égale capacité pour le calorique, sous des volumes semblables; 3° leur dilatation qui paraît ne trouver de bornes que dans une action extérieure, comme la résistance opérée par les parois des vases et la pression atmosphérique, etc.; d'où l'on peut conclure que cette action étant étrangère aux atomes, doit être égale pour tous, quelle que

soit leur nature: c'est au reste ce qui est prouvé par les expériences de Mariotte. (Voyez § XIV.)

Lorsque l'on considère les volumes de vapeurs des corps volatils qui se combinent, les rapports ne sont pas aussi simples; mais ils ne s'éloignent jamais des proportions que l'on peut supposer exister entre les atomes; toutefois, il faut bien remarquer que l'*isomérie* paraît pouvoir affecter les corps simples à l'état de vapeur comme à l'état solide.

Dans tous les cas, les gaz simples et permanens indiquent des nombres égaux d'atomes sous des volumes semblables. Mais les vapeurs indiquent, tantôt des atomes, iode; tantôt des multiples d'atomes, soufre, phosphore; tantôt des sous-multiples d'atomes, mercure.

Les gaz simples contenant le même nombre d'atomes sous des volumes égaux, il en résulte que leurs densités sont entre elles comme leurs poids atomiques. L'oxigène qui existe à l'état gazeux étant pris pour terme de comparaison, il suffit d'une simple proportion pour trouver les poids atomiques des corps de cette nature.

1,1026 étant la densité de l'oxigène, et 100 son poids atomique, un gaz simple quelconque étant G, on a

$$1,1026 : 100 :: G : x.$$

C'est ainsi que l'on déterminera les poids atomiques de l'hydrogène et de l'azote.

§ XXIII. Nous avons déjà fait remarquer (§ XI, G 3°) que le soufre se présente sous plusieurs états très-différens : 1° mou et presque noir comme du caout-chouc, lorsqu'il a été coulé sous l'eau après avoir été élevé à la température de 230° environ ; 2° solide, sous forme d'octaèdres symétriques, comme le soufre cristallisé naturellement et celui que l'on obtient dans la préparation du sulfure de carbone ; 3° solide et sous forme de prismes obliques ; 4° de couleur jaune lorsqu'il est liquifié par une chaleur qui ne dépasse pas 120°, et de couleur rouge foncé lorsqu'elle s'élève au dessus ; 5° enfin, à l'état de vapeur dont la densité = 6, 6. Le soufre, quoique simple par sa nature, possède donc des atomes qui peuvent se grouper de différentes manières. C'est un fait dont il est impossible jusqu'à présent de se rendre compte ; mais c'est un fait bien constaté qui permettrait de douter de la simplicité de ce corps plutôt que d'être révoqué. Mais si le soufre, à la température ordinaire, peut exister sous trois états différens, il est encore possible qu'à une température élevée, ses atomes ne soient pas entièrement séparés, mais groupés pour former des molécules. On

est effectivement conduit à cette supposition quand on considère que, si l'on admettait la densité 6,6 comme étant celle du soufre simple, il deviendrait beaucoup plus difficile et même impossible de se rendre compte du groupement des atomes dans les combinaisons qu'il peut former avec différens corps, comme la plupart des métaux, etc.

Il faut donc bien remarquer que l'*isomérie* ne permet pas que l'on admette sans examen les poids des vapeurs comme étant entre eux proportionnels à ceux des atomes.

§ XXIV. Il est des analogies chimiques qui sont si frappantes, qu'elles peuvent être aperçues par les moins clairvoyans. Il s'en faut de beaucoup qu'elles soient à dédaigner pour la détermination du nombre des atomes; ces analogies ont presque toutes été confirmées par l'isomorphisme. Ainsi, l'analogie qui existe entre le chlore, le brôme et l'iode, est tout-à-fait incontestable : si l'on découvre une nouvelle combinaison de chlore, on en trouve une de brôme et une d'iode, qui peuvent être exprimées par le même nombre d'atomes. L'isomorphisme du bore et du silicium n'a point encore été constaté; mais il ne paraît pas douteux qu'on le trouvera, et l'analogie qui existe entre ces deux corps et leurs combinaisons ne laisse

pas le moindre doute que l'acide silicique renferme le même nombre d'atomes que l'acide borique anhydre. Le soufre et le sélénium ont également une analogie remarquable.

§ XXV. Les formes cristallines doivent être mises au rang des données générales qui peuvent servir à déterminer le nombre des atomes qui font partie d'une combinaison : on a vu (§ XI. F.) que les formes pouvaient conduire à trouver des nombres multiples, qu'il est inutile d'exprimer dans les formules chimiques, mais qui appartiendraient à des formules cristallographiques. La chimie n'ayant besoin que des rapports des élémens, on les exprime souvent par les formules les plus simples possibles. Ces formules simples se trouveront toujours facilement en essayant de diviser la formule cristallographique par différens nombres; le plus grand diviseur donnera l'expression de la plus petite (§ XVIII. A. 3°).

Ce genre d'examen présente de telles difficultés, qu'il faut avouer qu'il est plus utile pour confirmer une formule que pour la trouver.

§ XXVI. Le calorique spécifique des corps simples fournit d'excellentes indications pour trouver les poids des atomes; car il résulte d'expériences faites par MM. Dulong et Petit, qu'il est toujours possible d'admettre des poids

atomiques qui soient tels, que le calorique spécifique de chaque atome soit proportionnel à son volume; or, en reconnaissant que le volume des atomes est semblable pour tous, chacun de ces atomes aurait aussi une égale capacité pour la chaleur.

Supposons un instant que les poids relatifs des atomes soient tels, que le calorique spécifique soit réparti également chez chacun d'eux : on pourrait facilement trouver la relation qui existe entre les nombres exprimant le calorique spécifique pour chaque espèce de matière, sous un poids déterminé; car, dans ce cas, le calorique spécifique est égal à v (§ XVII); mais nous avons vu que $\frac{P}{p} = v$ (§ XVIII). Il résulte de là que $p \times v$ ou calorique spécifique, doit reproduire P; mais rendant P invariable, si le calorique spécifique est égal au volume des atomes, $p \times c\ sp$ doit donner un nombre constant; c'est ce qui a lieu. La moyenne des nombres représentant P, trouvée par MM. Dulong et Petit $= 0{,}3753$ que nous multiplierons par 100; parce qu'ils avaient adopté 1 et non 100 pour poids de l'oxigène : $0{,}3753 \times 100 = 37{,}53$.

Ce nombre pourra nous servir pour le choix des poids des atomes; car étant divisé par un

poids atomique quelconque, il devra donner le calorique spécifique appartenant au corps qu'il représente et *vice versâ;* mais ce ne sera qu'une simple approximation, car les poids définitifs doivent toujours être déterminés avec la plus grande précision.

§ XXVII. Il existe des combinaisons, soit oxigénées, soit sulfurées, que l'on nomme intermédiaires, tel est, par exemple, l'oxide de manganèse $O^3 Mn^2$, que l'on regarde comme étant formé de 1 particule $O Mn + 1$ autre particule $O^2 Mn$. Ces oxides se nomment aussi surcomposés; et, en suivant la même manière de voir, on pourrait les appeler bi-binaires.

Si l'on considère l'histoire de la chimie, si l'on examine la manière dont les faits se sont accumulés les uns sur les autres, on trouve les causes qui ont pu modifier les opinions pour arriver à de telles considérations; mais si l'on examine les faits tels qu'ils sont, sans prévention, sans hypothèse aucune, il est impossible d'y rien comprendre. Aussi ne donné-je point ce paragraphe pour enseigner les moyens de déterminer de pareilles combinaisons, mais simplement pour faire voir que les bases sur lesquelles on s'appuie, n'ont pas la moindre cohérence, et que partout on ne rencontre que

contradiction : preuve évidente que l'on est dans une mauvaise voie.

En suivant la marche progressive de la chimie, on voit que dans les premiers temps de la découverte des proportions définies, quoique combattues par le génie de Berthollet, on avait cru que les rapports qui existent entre les élémens des combinaisons binaires, étaient excessivement simples, et comme on a connu $O\,Mn$ et $O^2\,Mn$, $O\,Fe$ et $O^3\,Fe^2$, avant $O^4\,Mn^3$ et avant $O^4\,Fe^3$, le premier oxide $O^4\,Mn^3$ a été écrit $2OMn + O^2\,Mn$, c'est-à-dire comme une combinaison formée de deux molécules de protoxide de manganèse, et d'une molécule de binoxide; le second, $O^4\,Fe^3$, a été regardé comme étant formé par la réunion de $O\,Fe$ et de $O^3\,Fe^2$. Mais quelle différence existe-t-il donc entre $O^4\,Mn^3$ et $O^4\,Fe^3$? Aucune autre que celle qui est déterminée par la nature du manganèse ou du fer; et en adoptant entièrement la théorie électrochimique, enseigne-t-elle quelque chose qui dénote que $O^4\,Fe^3$ soit $O\,Fe + O^3\,Fe^2$ plutôt que $2\,O\,Fe + O^2\,Fe$, et que $2\,O\,Mn + O^2\,Mn$ ne soit pas $O\,Mn + O^3\,Mn^2$? Non bien certainement; car, quoique $O^2\,Fe$ ne soit pas connu, il est impossible d'affirmer qu'on ne le découvrira pas, et l'on ne peut pas plus affirmer que, dans la réunion que l'on

pourrait faire de $O\ Fe + O^3\ Fe^2$, les molécules ne prendraient pas un autre arrangement.

Dans la série si simple d'oxidation du vanadium $O\ Va$, $O^2\ Va$, $O^3\ Va$; pourquoi, dans cette manière de voir, $O^2\ Va$, ne serait-il pas $\frac{O^3\ Va + O\ Va}{2}$? qui oserait affirmer que $O^3\ Mn^2$ ne serait pas $O^2\ Mn + O\ Mn$?

Tout ce qui vient d'être dit est indépendant des doutes que l'on peut élever sur la théorie électrochimique, et si l'on ajoute à cela ce qui a été exposé § XI ....., on ne sera pas étonné de ne point trouver ici les moyens que l'on peut employer pour savoir si un oxide peut être représenté de telle ou telle manière. Pour moi, tant que la formule n'indiquera pas le groupement des atomes, tant qu'elle ne sera pas cristallographique, il me semble qu'il sera sage de l'écrire comme il a été dit § XII. G.

Ce sujet doit être fécond en applications, il doit surtout avoir une grande influence sur la nomenclature. Quels que soient les travaux que j'ai entrepris pour l'amener à se prêter à toutes les théories, quelque profonde que soit ma conviction dans cette manière de voir, j'attendrai pour les publier. Ce n'est point d'un seul coup que l'on renverse un vieux chêne: son âge fera bientôt plus que mes efforts, que je croirai

n'avoir point été vains, s'ils peuvent contribuer au moindre avancement de la chimie, soit en l'établissant sur des bases immuables, soit en faisant naître une discussion qui portera ses fruits.

C'est à tort que l'on prétend que tous les travaux théoriques sont futiles; ce sont eux qui constituent une science. Ce n'est qu'à l'époque du phlogistique que la chimie prit naissance, et nous avons déjà dit que la manière d'écrire les formules, inventée par M. Berzélius, avait rendu plus de services à la chimie, que la découverte de dix corps nouveaux. En effet, cela n'a-t-il pas permis, par la facilité avec laquelle on en fait usage, d'expliquer des faits qui peut-être nous seraient toujours restés inconnus?

RÉSUMÉ DE LA DEUXIÈME PARTIE.

Les équivalens, seuls, sont quelquefois admis pour poids atomiques : potasse, soude. (§ XVIII, C). Quand les corps sont isomorphes, leurs équivalens représentent directement les poids des atomes. (§ XIX, B.)

Les proportions multiples servent pour déterminer les nombres relatifs des atomes, dans une série de combinaisons formées par des corps dont la nature ne varie pas. Pour cela il faut que la formule d'une de ces combinaisons soit déterminée d'avance. (§ XX.)

La détermination des poids atomiques par les densités des gaz simples ne souffre pas d'exception ; mais on en admet pour les densités des vapeurs, à cause de l'isomérie. (§ XXII et § XXIII.)

Les analogies chimiques sont de la plus haute importance, quand on ne les considère pas sous un seul point de vue. (§ XXIV.)

Les formes cristallines qui n'ont point encore une grande valeur à cause du petit nombre de recherches, pourront en avoir une immense par les travaux à venir. (§ XXV.)

Le calorique spécifique, qui paraît être une propriété inhérente aux atomes, doit être un sûr guide ; il semble pourtant présenter une

contradiction relativement au cobalt, dont un oxide est isomorphe avec un de ceux du fer. (§ XXVI.)

C'est à l'aide des données générales qui précèdent, et de quelques autres qui sont particulières à certaines matières, que l'on peut parvenir à déterminer les poids relatifs des atomes; mais, il faut le dire, ces déterminations sont bien vagues et il suffirait peut-être d'une seule découverte pour les renverser toutes.

Toutefois ces découvertes n'auront pas d'influence sur les proportions des combinaisons, mais simplement sur la manière dont on devra les considérer; car, au lieu d'un atome, il pourra y en avoir deux, trois, quatre, etc.; ces poids seront alors deux fois, trois fois, quatre fois moins lourds, de manière que deux, trois et quatre atomes ne pèseront pas plus qu'un de ceux qu'on admet actuellement: ou bien il pourra encore arriver que plusieurs de ceux-ci soient ramenés à un seul.

Il faut constamment se rappeler que tout ce qui compose cette deuxième partie, est une conséquence de l'existence des atomes, et que c'est par les phénomènes qui signalent leur existence que l'on cherche à les déterminer. La géométrie, la physique et la chimie, se réunissent pour en déterminer le nombre;

mais à ces deux dernières seulement appartient la fixation de leurs poids; c'est par les expériences les plus simples et en même temps les plus rigoureuses, que l'on cherche à y parvenir. On n'indiquera que le résultat des expériences qui ont été faites pour cela, mais on fera connaître avec détails les principaux calculs dont on fait usage dans ce cas.

Nous allons passer en revue, par ordre alphabétique, tous les corps simples, pour examiner ce qui peut servir à fixer leurs poids relatifs.

Le terme de comparaison est l'oxigène qui est considéré comme pesant 100. Cela étant admis, on verra que chaque détermination de poids atomique est appuyée sur des exemples fournis par les corps simples, et que cet ensemble forme ainsi une espèce de *cercle vicieux* qui, pourtant, peut être l'expression de la vérité. Quoi qu'il en soit, les nombres donnés sont toujours aussi exacts que possible, et déterminés avec le plus grand soin, de sorte que cela ne peut jamais apporter d'erreur dans les proportions des combinaisons.

§ XXVIII. **Aluminium**. L'alumine est un oxide qui, non-seulement, peut remplacer le sesqui-oxide de fer dans plusieurs de ses combinaisons sans en changer la forme, mais qui,

isolé, cristallise dans le même système. C'est ce qu'on observe en comparant les corindons hyalins et le fer oligiste. Ayant adopté la formule $O^3\ Fe^2$ pour cet oxide de fer; celle de l'oxide d'aluminium sera $O^3\ Al^2$.

100 parties de sulfate d'alumine anhydre laissent, après une forte calcination, un résidu de 29,934 d'alumine; le reste, = 70,066, est de l'acide sulfurique.

Dans les sulfates neutres, l'acide sulfurique contient trois fois plus d'oxigène que l'oxide. Comme nous avons adopté $O^3\ Al^2$ pour formule de l'alumine, celle de son sulfate doit être $3\ O^3\ S + O^3\ Al^2$.

Le poids atomique de l'acide sulfurique étant connu (1), on trouve celui de l'alumine par cette proportion :

$$70{,}066 : 3\ O^3\ S = 1503{,}495 :: 29{,}934 : x = 642{,}317 = O^3\ Al^2.$$

Si de 642,317 on retranche $O^3 = 300$, il reste 342,317 pour le poids de deux atomes d'aluminium.

$$\frac{342{,}317}{2} = 171{,}158 = Al.$$

(1) Voyez la table ci-jointe.

Antimoine. Un poids déterminé de ce métal peut se combiner avec des quantités d'oxigène qui sont entre elles ÷ 3, 4, 5. Une seule de ces combinaisons est basique; c'est la moins oxigénée, et toutes trois jouissent des caractères assignés aux acides. La pénultième sature une quantité de base qui renferme quatre fois moins d'oxigène qu'elle; et la dernière, une quantité de base qui n'en contient que le cinquième.

La série d'oxigénation de l'azote, où se trouvent les rapports atomiques présentés par l'antimoine, contient deux atomes de radical pour 3 et pour 5 d'oxigène: en est-il de même pour l'antimoine? c'est ce qu'il est bien difficile de décider. Si cela existe, la plus simple expression des formules est: $O^3\ Sb^2$, $O^2\ Sb$, $O^5\ Sb^2$. Mais comme ces acides contiennent trois, quatre et cinq fois plus d'oxigène que les bases qu'ils saturent, il y a autant de probabilités pour que ces formules deviennent $O^3\ Sb$, $O^4\ Sb$, $O^5\ Sb$. Dans le premier cas, le poids atomique de l'antimoine = 806,452; dans le second, il est 1612,904.

Le premier nombre étant adopté, il existe

un chlorure ayant cette formule : $Cl^3 Sb$, un autre ayant celle-ci : $Cl^5 Sb$, un sulfure qu'on représente ainsi : $S^3 Sb^2$.

Pour le deuxième poids, on aurait $Cl^6 Sb$, $Cl^{10} Sb$ et $S^3 Sb$.

Avec aucun de ces poids on ne peut parvenir à trouver un nombre d'atomes qui puisse mener facilement à la forme du sulfure, dont nous venons de donner la formule.

Les proportions d'antimoine et d'oxigène qui se combinent ont été déterminées en traitant 100 parties d'antimoine par l'acide nitrique, et calcinant doucement le produit qui est l'acide $O^2 Sb$ qui pèse alors 124,8, 24 parties 8 d'oxigène se sont donc combinées à 100 parties d'antimoine; d'où l'on tire

$$24,8 : 200 :: 100 : x = 806,452.$$

Argent. On détermine avec une grande précision les proportions d'argent et de chlore qui peuvent se combiner; mais il est difficile de choisir entre les poids atomiques que l'on peut adopter, car ils présentent tous de grandes probabilités pour eux.

100 parties d'argent s'unissent avec 32,75 de chlore pour former un chlorure que l'on rencontre sous la forme cubique dans la nature. Cette combinaison est telle que, si l'on

admet $Cl^2 Ag$, $Cl Ag$, ou $Cl Ag^2$, chacune de ces formules peut donner un cube. (§ XI, F.) On n'en peut donc rien déduire. D'après les expériences de MM. Dulong et Petit, le calorique spécifique de l'argent = 0,0557. Leurs expériences tendant à prouver que le calorique spécifique des atomes est égal pour chacun d'eux (§ XVI), il en résulterait que le poids atomique de l'argent serait 675,804, et l'oxide, couleur olive, serait $O + Ag^2$.

D'une autre part, M. Mitscherlich a trouvé que le sulfate d'argent était isomorphe avec le sulfate de soude anhydre, et il en conclut que l'oxide d'argent contient le même nombre d'atomes que l'oxide de sodium, $= O + Ag$. Le poids de l'argent est alors double du précédent et = 1351,608. M. Berzélius fait valoir, en faveur de l'observation de M. Mitscherlich, la relation qui existe entre les poids atomiques de l'argent et du plomb, ainsi qu'entre leurs densités; mais il faut bien se garder de conclure l'isomorphisme de deux corps sur une seule comparaison, et la relation qui existe entre les poids atomiques et les densités ne permet réellement pas que l'on s'en serve pour un pareil cas; il faut encore ajouter que, quand bien même l'isomorphisme de l'argent et du sodium serait démontré, rien ne prouve que

l'oxide de sodium ne contient pas deux atomes de sodium pour un de métal.

Le deuxième poids est celui dont on se sert communément; mais ce n'est point une raison pour l'adopter. Nous nous servirons donc du premier : dans ce cas, l'oxide d'argent a cette formule, $O\,Ag^2$, et le chlorure celle-ci, Cl Ag. En prenant les nombres précédens, on établit la proportion suivante qui donne le poids de l'atome d'argent :

$$32{,}75 : 221{,}326 = Cl :: 100 : x = 675{,}804 = Ag.$$

Arsenic. L'arsenic paraît être isomorphe avec l'antimoine; le calorique spécifique de ce dernier métal tendant à démontrer que l'acide antimonieux renferme cinq atomes d'oxigène pour deux d'antimoine, l'acide arsénieux doit s'écrire de la même manière, $O^3\,As^2$.

2,203 parties d'acide arsenieux, calcinées avec du soufre, donnent 1,069 d'acide sulfureux. Cet acide contient deux atomes d'oxigène, et l'acide arsénieux en contient trois : deux molécules de ce dernier acide doivent donc concourir à la formation de trois molécules du premier, et l'on peut établir cette proportion :

$$1{,}069 : 3\,O^2\,S = 1203{,}495 : 2{,}203 : x = 2\,O^3\,As^2 = 2480{,}167.$$

$$\frac{2O^3\,As^2 \text{ ou } O^6\,As^4 = 2480{,}167 - O^6 \text{ ou } 600}{4} = 470{,}042 = As.$$

Si les densités des vapeurs étaient proportionnelles aux poids atomiques, l'arsenic, qui est parfaitement isomorphe avec le phosphore, pèserait une fois plus, et l'acide arsénieux serait formé de trois atomes d'oxigène et d'un seul atome de métal.

Azote. L'azote étant gazeux, son poids atomique se déduit de sa densité (§ XXII). La densité de l'oxigène étant 1,1026, son poids atomique étant 100, la densité de l'azote étant 0,976, on établit cette proportion :

$$1,1026 : 100 :: 0,976 : x = 88,518.$$

Les quantités d'oxigène qui s'unissent à l'azote sont entre elles ÷ 1, 2, 3, 4, 5 pour la même quantité d'azote exprimée en poids ou en volume. Ces combinaisons sont :

Le protoxide d'azote $= N^2 + O$.
Le binoxide d'azote $= N^2 + O^2$.
L'acide nitreux $= N^2 + O^3$.
L'acide hypo-nitrique $= N^2 + O^4$.
L'acide nitrique $= N^2 + O^5$.

En décomposant le nitrate de plomb $O^6 N^2$ Pb, M. Berzélius a aussi obtenu 88,61 pour le poids de l'azote : le premier nombre est adopté par tous les chimistes.

Baryum. Le baryum étant isomorphe avec le plomb dans la plupart de ses combinaisons, la formule de son oxide = O + Ba.

Cent parties de chlorure de baryum donnent 138,07 de chlorure d'argent par double décomposition. Cela suffit pour trouver le poids du baryum : 138,07 : au double du poids atomique du chlorure d'argent = 1794,25 (1) :: 100 de chlorure de baryum : au poids atomique du chlorure de baryum = 1299,527.

D'autre part, le poids atomique du chlorure de baryum, moins le poids du chlore qu'il contient, c'est-à-dire deux atomes, égale le poids du baryum :

$$1299,527 - 442,650 = 856,877.$$

856,877 est donc le poids atomique du baryum.

Par d'autres expériences, M. Berzélius a trouvé que cent parties de chlorure de baryum donnaient 112,175 parties de sulfate de baryte.

Sachant la quantité de chlorure d'argent

---

(1) Le chlorure d'argent ne contenant qu'un atome de chlore, on en a pris le double pour qu'il en renferme autant que le chlorure de baryum. (Voyez Argent dans la table qui suit.)

donnée par la décomposition de cent parties de chlorure de baryum, on peut facilement trouver la quantité de chlore qu'il contient, et de là chercher l'équivalent d'acide sulfurique, y ajouter le quart de l'oxigène qu'il renferme, le retrancher du poids du sulfate de baryte; le reste est celui du baryum. Par une proportion on trouve alors son poids atomique. Mais cette manière d'opérer rend ce dernier calcul tout-à-fait dépendant du premier, tandis que l'on peut se soustraire à cette dépendance qui empêcherait de voir une erreur si elle existait. Voici les données de l'opération : dans 100 parties de chlorure de bayrum et dans 112,175 de sulfate de baryte, il y a la même quantité de métal; le premier est $Cl^2 + Ba$, et le second $O^3 S + O Ba = O^4 S + Ba$. Or, la quantité de chlore contenue dans 100 parties de chlorure de baryum est à la quantité de soufre et d'oxigène contenue dans 112,175 de sulfate de baryte, comme les poids atomiques Cl^2 et $O^4 S$ sont entre eux; c'est-à-dire que le rapport est le même dans les deux cas :

$$\frac{111,1752 - ba}{100 - ba} = \frac{O^4 S}{Cl^2}.$$

Mais, quoique le rapport soit le même, la différence qui existe entre les poids de Cl^2 et de $O^4 S$

croîtra ou diminuera comme ces propres poids.

Or, $O^4 S = 601,165 - Cl^2$ ou $442,652 : 601,165 :: 112,175 - 100 : x =$ la quantité d'oxigène et de soufre contenue dans 112,175 du sulfate de baryte : le reste est du baryum = ba.

On peut alors trouver le poids de ce métal par une simple proportion :

$$112,175 - ba : ba :: O^4 S = 601,165 : x = Ba.$$

Le nombre ainsi obtenu diffère un peu de celui qui est déduit de la décomposition du chlorure de baryum par le nitrate d'argent : mais M. Berzélius a adopté ce dernier nombre, ou 856,880, dont nous nous servirons.

Bismuth. MM. Dulong et Petit ont trouvé que le calorique spécifique du bismuth était 0,00288. Le produit du calorique spécifique des autres corps étant 37,53 (§ XXVI), $\frac{37,53}{0,0288} = 1303$. On a également trouvé que 100 parties de bismuth se combinent à 11,275 d'oxigène.

$$\frac{100}{1303 = Bi} = 0,077 ; \frac{11,275}{100 = O} = 0,11.$$

0,075 : 0,11 :: le nombre des atomes de bismuth est à celui des atomes d'oxigène dans l'oxide de ce métal, et 0,075 étant à 0,11

:: 2 : 3, l'oxide de bismuth a cette formule $O^3 Bi^2$. Son poids atomique s'obtient par cette proportion :

$$11,275 : 3 \times 100 :: \frac{100}{2} : x = 1330,377 = Bi.$$

Bore. Il existe entre le bore et le silicium une parfaite analogie ; d'une autre part, la silice et l'alumine ont aussi la plus grande analogie ; elles cristallisent dans le même système, s'accompagnent partout, jouent les mêmes rôles dans une foule de combinaisons naturelles et dans les verres. L'alumine, de son côté, étant parfaitement isomorphe avec le sesqui-oxide de fer, celui-ci ayant plusieurs degrés d'oxidation bien connus, sa formule étant $O^3 + Fe^2$, il en résulte que l'alumine, la silice et l'acide borique anhydre doivent avoir la même formule, qui est alors $O^3 X^2$. M. Dumas est parvenu au même résultat par d'autres considérations tirées de la composition du chlorure de bore. Il a vu que dans la préparation de ce corps, en faisant passer un courant de chlore sec sur de l'acide borique calciné avec du charbon, il obtenait trois volumes d'oxide de carbone et deux volumes de chlorure de bore qui existe à l'état de vapeur. L'oxigène de l'oxide de carbone ne pouvant provenir que de l'acide borique, cet oxide en renfermant la moitié de

son volume, les trois volumes devaient en contenir 1 et $\frac{1}{2}$; mais, dans presque toutes les circonstances où l'on substitue le chlore à l'oxigène, un volume de celui-ci est remplacé par deux volumes de celui-là; on peut donc dire que les deux volumes de vapeur de chlorure de bore renfermaient trois volumes de chlore, nombre double des volumes d'oxigène.

La densité d'un volume de chlorure de bore étant 3,942, si on en retranche une fois et demie celle du chlore = 3,660, il reste 0,282 pour le poids du bore contenu dans un volume de gaz : c'est ce qui est en effet. Si l'on suppose que ce poids corresponde à un demi-volume de vapeur de bore, le chlorure de bore a cette composition $Cl^3 B$ (§ XIV, G.), et le poids de la vapeur de bore sera 0,564; d'où la proportion 1,1026 : 100 :: 0,564 : x = 51,15 (1). 100 parties d'acide borique contenant 68,81 d'oxigène, on en trouve la formule par les moyens ordinaires $= O^3 B^2$, et le poids du bore est 68,102 (§ XVIII, A. 1°). L'acide borique du borate de soude contient six fois plus d'oxigène que la soude, et sa formule est $2\ O^3 B^2 + O\ Na$, lorsqu'il a été fondu, ou plus simplement $O^7 B^4 Na$. La formule du boracite est $4\ O^3 B^2 + 3\ O\ Ma = O^{15} B^8 Ma^3$.

(1) Ce poids n'est qu'approximatif.

Brôme. Ce corps est complètement isomorphe avec le chlore; le poids de sa vapeur $=5,3933$, et son poids atomique$=489,153$.

L'acide brômique a cette formule $O^5 Br^2$; l'acide hydrobrômique = Br H : d'où il découle qu'il faut deux molécules d'acide hydrobrômique pour décomposer une molécule de monoxide métallique, attendu qu'il faut deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxigène pour former une molécule d'eau : $2 \, Br\,H + O\,\Delta = Br^2\,\Delta + O\,H^2$. Les brômures ainsi composés cristallisent dans le système cubique, et chaque molécule intégrante contient vingt-sept atomes (§ XI, F. 1°).

Il en est de même pour le chlore, l'iode et le fluor.

Cadmium. Le cadmium ressemble tellement au zinc, qu'ils ont été long-temps confondus : ayant adopté O Zn pour la formule de l'oxide de zinc, celle du cadmium doit être semblable = O Cd. L'oxide de cadmium contenant 14,352 d'oxigène, pour 100 parties de cadmium, le poids atomique de celui-ci = 696,767.

Calcium. La chaux, ou oxide de calcium, étant isomorphe avec les protoxides de fer, de strontium, de baryum, etc. (§ XI, D.), ayant

adopté cette formule O Δ pour tous ces oxides, celle de la chaux ou oxide de calcium doit être O Ca.

301 parties de chlorure de calcium donnent 773 parties de chlorure d'argent, contenant 190,7 de chlore.

773 parties de chlorure d'argent sont au double du poids atomique du chlorure d'argent, comme 301 est au poids du chlorure de calcium = 698,669; mais en retranchant deux atomes de chlore du poids de ce chlorure, le reste est le poids du calcium = 256,019. (Voyez Baryum.)

Carbone. L'oxigène s'unit au carbone pour former l'acide carbonique sans changer de volume; le poids spécifique de cet acide = 1,5245; si l'on en retranche celui de l'oxigène, on a 1,5245 — 1,1026 = 0,4219: c'est ce nombre qui est adopté par les chimistes français, comme étant le poids de la vapeur du carbone (§ XIV, D.). Mais si c'était là le poids de la vapeur de carbone, l'acide carbonique serait formé d'un volume de vapeur de carbone et d'un volume d'oxigène condensés en un seul : ce fait est contraire à toutes les observations; car lorsque des *gaz simples se combinent à volumes égaux, ils ne se condensent pas;* comme cela a lieu pour le binoxide

d'azote, l'acide hydrochlorique, l'acide hydriodique. On observe au contraire que, lorsque deux volumes d'un gaz se combinent avec un volume d'un autre gaz, il y a condensation en deux volumes: cela s'observe pour la vapeur d'eau et le protoxide d'azote (§ XIV. B.). D'après ces considérations, l'acide carbonique serait formé de deux volumes d'oxigène et d'un volume de vapeur de carbone, condensés en deux volumes; d'où l'on voit facilement que la densité de la vapeur de carbone serait une fois plus dense ou $= 0,8438$; d'où l'on tire

$$1,1026 : 100 :: 0,8438 : x = 76,528.$$

On obtient le poids atomique de l'acide carbonique par la formule suivante:

$$1,1026 : 100 :: 2 \times 1,5245 = 3,0490 : x = 276,528.$$

En retranchant 200 pour le poids de l'oxigène, il reste 76,528 pour celui du carbone (1).

La formule de l'oxide de carbone $= O\ C$; il est formé d'un demi-volume d'oxigène et d'un demi-volume de vapeur de carbone sans condensation. Les carbonates neutres ont cette formule $O^2\ C + O\ \Delta = O^3\ C\ \Delta$. Leur forme

(1) M. Berzélius, en partant du même point, trouve et adopte 76,438. Ce nombre ne peut provenir que d'une faute d'impression.

est presque constamment celle d'un rhomboèdre comme celle des oxides $O^3 \Delta^2$.

Cérium. Le cérium forme deux oxides dont les quantités d'oxigène sont entre elles :: 2 : 3, pour une même quantité de métal. M. Hisinger a trouvé qu'un certain poids de proto-chlorure de cérium pouvait donner 1819 parties de chlorure d'argent, ou 684 parties d'oxidule de cérium; d'où il suit que 1819 : 2 Cl Ag = 1794,257 :: 684 : x = 694,695 = O Ce; mais le poids de l'oxide de cérium moins celui de l'oxigène, qui est 100, doit donner le poids du cérium = 594,695.

Cent parties de protoxide de cérium renfermant 14,821 parties d'oxigène et 85,179 de cérium, sa formule est O Ce; celle du sesquioxide est $O^3 Ce^2$.

Chlore. Le chlore existe à l'état gazeux; sa densité = 2,4252, selon M. Gay-Lussac. On peut donc en trouver le poids atomique par cette proportion :

1,1026 : 100 :: 2,4252 : x = 219,9.

Le poids atomique du chlore étant d'une grande importance, parce qu'il sert pour en déterminer d'autres, M. Berzélius l'a trouvé de plusieurs manières :

1° En décomposant cent parties de chlorate de potasse anhydre par la chaleur, il obtient,

d'une part, 39,15 d'oxigène, et d'autre part, un résidu fixe de 60,85 de chlorure de potassium; la formule du chlorate de potasse étant $O^5 Cl^2 + O K = O^6 + Cl^2 K$, 39,15 représente six atomes d'oxigène; d'où

$39{,}15 : O^6 = 600 :: 60{,}85 : x = 932{,}566 = Cl^2 K =$ chlorure de potassium.

$Cl^2 K - K = Cl^2$; donc $932{,}566 - 489{,}916 = 442{,}650$.

$$\frac{442{,}650}{2} = 221{,}325 = Cl.$$

2° 100 parties de chlorure de potassium, par double décomposition opérée au moyen du nitrate d'argent, donnent 192,4 de chlorure d'argent.

Dans ces deux quantités de chlorures, la quantité de chlore est la même : la différence des poids ne vient donc que de celle qui existe entre ceux du potassium et de l'argent. Mais les quantités proportionnelles d'argent et de potassium sont entre elles comme leurs différences. (Voyez baryum.)

Ag^2 (1) $= 1351{,}607 - K$ ou $489{,}916 = 861{,}691$.

$192{,}4 - 100 = 92{,}4$.

Donc :

$861{,}691 : 92{,}4 :: Ag^2$ ou $1351{,}607 : x = 144{,}934 =$ la quantité d'argent contenue dans 192,4 de

(1) Équivalent de K.

chlorure. Or, 192,4 — 144,934 = 47,466 = la quantité de chlore; d'où

$$144{,}934 : Ag^2 \text{ ou } 1351{,}607 :: 47{,}466 : x = 442{,}652 = 2\,Cl.\ \frac{442{,}652}{2} = 221{,}326.$$

3° 100 parties d'argent donnent 132,75 parties de chlorure d'argent lorsqu'on les unit avec le chlore. Ces nombres suffisent pour trouver le poids atomique du chlore par une seule proportion :

$$100 : 675{,}803 = Ag :: 32{,}75 : x = 221{,}325 = Cl.$$

M. Berzélius a adopté 221,326.

Dans toutes les combinaisons, deux volumes de chlore remplacent un volume d'oxigène; le nombre des atomes des gaz simples étant entre eux comme les volumes de ces gaz, il suit de là que les chlorures correspondant aux oxides renferment toujours une fois plus d'atomes de chlore que d'atomes d'oxigène; ainsi l'oxide de sodium étant O Na, le chlorure = Cl^2 Na.

Chrôme. Il existe deux combinaisons de chrôme et d'oxigène; l'une d'elles renferme une fois moins d'oxigène que l'autre qui est un acide isomorphe avec l'acide sulfurique dans quelques circonstances; l'acide chrômique doit donc contenir trois atomes d'oxigène et un atome de radical, comme l'acide sulfurique, et l'oxide de chrôme doit être

formé de trois atomes d'oxigène et de deux atomes de chrôme.

100 parties de nitrate de plomb, décomposées par le chrômate de potasse, donnent 98,772 de chrômate de plomb ; on peut donc établir cette proportion :

$$100 : \ddot{\overline{N}}\,\dot{Pb} = 2071,534 :: 98,772 : x = 2046,095 = \dddot{Cr}\,\dot{Pb}.$$

$$O^3\,Cr + O\,Pb = O^4\,Pb + Cr = 2046,095 - O^4\,Pb \text{ ou } 1694,498 = 351,597 = Cr.$$

M. Berzélius a adopté 351,815, dont nous nous servirons.

Cobalt. MM. Dulong et Petit ont trouvé que le calorique spécifique du cobalt était 0,1498. Si l'on divise 37,53 par ce nombre, on a 250, qui doit être le poids atomique, approximatif, du cobalt. (§ XXVI.)

M. Rothoff a trouvé que 269,2 d'oxide de cobalt, transformés en chlorure, donnaient 1029,9 de chlorure d'argent par double décomposition obtenue au moyen du nitrate d'oxide de ce métal. On peut trouver le poids de l'équivalent d'oxide de cobalt par cette proportion : 1029,9 : 269,2 :: 2 Cl Ag = 1794,257 (1) : x = 468,991 =

(1) On a pris deux fois le poids du chlorure d'argent pour avoir deux atomes de chlore qui correspondent à

une quantité d'oxide de cobalt qui doit renfermer 100 d'oxigène. 468,991 — 100 = 368,991. 368,991 : 250, poids approximatif du cobalt, :: 3 : 2 environ. D'où il suivrait qu'un atome et demi de cobalt serait uni à un atome d'oxigène. Mais comme les atomes sont insécables, il faut multiplier par deux pour avoir des entiers; et l'on trouve que dans l'oxide de cobalt ordinaire trois atomes de ce métal sont unis à deux atomes d'oxigène = $O^2\ Co^3$. Le sesqui-oxide de cobalt, qui contient la moitié d'oxigène en sus, serait

$$\frac{O^3\ Co^3}{3} = O\ Co.$$

M. Berzélius adopte 368,991 pour le poids du cobalt, ce qui donne O Co pour l'oxide basique, et $O^3\ Co^2$ pour le sesqui-oxide : M. Dumas a suivi son exemple. Mais pourquoi penser que la loi de MM. Dulong et Petit offre une anomalie pour le cobalt? S'appuiera-t-on sur ce que le protoxide de ce métal est basique? Mais l'oxide de fer $O^3\ Fe^2$ l'est aussi. S'appuiera-t-on sur l'isomorphisme du cobalt et du fer, du cobalt et du nickel? Mais on ne peut le regarder comme suffisamment

---

une quantité d'oxide contenant un atome d'oxigène. (Voyez Chlore.)

prouvé. Peut-on dire que la manière de voir de MM. Berzélius et Dumas est plus simple, et mérite d'être adoptée? On n'admettra sans doute pas un pareil raisonnement : car il ne s'agit pas de savoir si la chose est simple, mais si elle est vraie; dans les deux cas on a O Co, et si dans l'un on a O^4 Co^3, on ne le trouvera pas plus compliqué que O^3 Co^2 qui existe dans l'autre.

Pour moi, j'avouerai que la loi de MM. Dulong et Petit me semble si belle, si grande, si féconde en résultats, qu'il me serait plus facile de croire que le cobalt n'est point un corps simple, que de penser qu'elle puisse offrir une anomalie pour ce métal.

Quoique j'adopte 245,994 pour le poids du cobalt, je ne donnerai pas moins ses composés d'après le poids 368,991 ; dans la table qui va suivre.

Colombium. On ne peut faire que des conjectures sur la composition des oxides de colombium : les quantités d'oxigène qu'ils renferment sont entre elles :: 2 : 3, et M. Berzélius admet ces formules O Ta, O^3 Ta^2. Le poids atomique du colombium = 1153 715.

Cuivre. Le cuivre se combine à l'oxigène en trois proportions qui sont entre elles, pour

la même quantité de métal, comme 1, 2, 4. Son calorique spécifique étant représenté par 0,0949, si l'on divise 37,53 par ce nombre, on a 395 pour son poids atomique. (Voyez § XXVI.) L'oxide basique est alors O Cu, comme on aurait pu le prévoir, et les deux autres deviennent $O\ Cu^2$, $O^2\ Cu$.

On a déterminé la composition de l'oxide O Cu en réduisant l'oxide de cuivre par l'hydrogène, et l'on en a déduit 395,695 = Cu.

Étain. M. Dumas a trouvé que la densité de la vapeur du perchlorure d'étain était 9,199. Par la composition pondérale de cette combinaison, on sait que dans 9,199 de perchlorure, il y a 5,025 de chlore et 4,174 d'étain: 5,025 est à peu de chose près le double de la densité du chlore. Or, d'après cela, le perchlorure d'étain renferme deux volumes de chlore condensés en un seul; et si l'on *suppose* qu'il renferme un volume de vapeur d'étain, le poids de cette vapeur sera 4,174, et le poids atomique de l'étain sera 378,559. Le binoxide d'étain renferme une fois plus d'oxigène que le protoxide, et leurs formules sont $O\ Sn^2$, O Sn; celles des chlorures sont Cl Sn, $Cl^2\ Sn$; mais si, comme le pense M. Gaudin, la vapeur des métaux est monatomique, tandis que celle du chlore est bi-atomique, le poids

de l'étain deviendra double. M. Berzélius admet 735,294. Les oxides sont alors O Sn, O^2 Sn; les chlorures, Cl^2 Sn, Cl^4 Sn.

Fer. Le fer à l'état de protoxide est isomorphe avec la chaux. On a adopté O Ca pour la formule de celle-ci; celle du protoxide de fer doit donc être O Fe. Le sesqui-oxide renfermant la moitié plus d'oxigène, sa formule $= O^3 Fe^2$. Cet oxide de fer cristallise comme la plupart des carbonates qui ont une formule analogue $= O^3 C \Delta$. Cela rend sa composition très-probable.

M. Berzélius a trouvé que 100 parties du meilleur fer suédois, qui sert à faire les cordes de piano, donnaient 143,5 de sesqui-oxide de fer; mais il a aussi reconnu que ce fer contenait 0,005 de carbone qu'il faut en déduire. Au lieu de 100 parties, il n'en reste que 99,5 qui donnent 143,5 d'oxide, renfermant alors 44 d'oxigène : d'où l'on tire le poids atomique du fer par cette proportion :

$$44 : 300 :: \frac{99,5}{2} : x = 339,205.$$

Fluor. Le fluor n'a point encore été isolé; mais les composés qui le renferment ont tant d'analogie avec ceux qui sont formés par le chlore, que déjà son existence comme corps simple était admise avant la découverte de l'iode et du brôme, qui est venue fortifier cette opinion.

M. Berzélius a déterminé le poids du fluor en décomposant le fluorure de calcium par l'acide sulfurique ; le sulfate qui en résulte ayant une composition bien connue, on obtient le poids du fluor par un calcul fort simple.

100 de fluorure de calcium donnent 175 de sulfate de chaux.

175 : $\dddot{S}\dot{C}a$ = 857,184 :: 100 : x = 489,819 = Fl^2Ca.

489,819 — Ca ou 256,019 = 233,800, qui, divisé par 2, donne 116,900 pour le poids du fluor.

Glucynium. Le seul oxide connu que peut former ce corps simple, lorsqu'il s'unit aux acides renfermant trois atomes d'oxigène, contient une quantité d'oxigène qui est à celui de l'acide : 1 :: 2 : 1 :: 4. De là, M. Berzélius conclut que cet oxide doit être composé de trois atomes d'oxigène, et probablement de deux atomes de glucynium. Son poids atomique = 321,261, et la formule de l'oxide = O^3Be^2.

Hydrogène. L'hydrogène étant gazeux, son poids atomique se déduit de sa densité : elle a été trouvée = 0,0688 par MM. Berzélius et Dulong. Ainsi :

1,1026 : 100 :: 0,0688 : x = 6,2398 = H.

La formule de l'eau = OH^2; celle des hydra-

cides chloroïdes = X H. L'hydrogène sulfuré se représente ainsi : $S H^2$.

Iode. L'iode étant volatil, M. Dumas a pris la densité de sa vapeur, qu'il a trouvée de 8,716 qui donne pour poids atomique de ce corps 790,46. M. Berzélius, par des expériences analogues à celles qui ont été indiquées pour les poids du brôme et du chlore, a trouvé 789,750 qui est adopté. Les combinaisons de l'iode ont la plus grande analogie avec celles du chlore, du brôme et du fluor. L'acide iodique = $O^5 I^2$. L'acide hydriodique = I H. Les principaux iodures ont cette formule et cristallisent en cubes : $I^2 \Delta$.

Iridium. Ce métal est isomorphe avec l'osmium et le palladium. Son poids atomique est exactement semblable à celui du platine et = 1233,499.

Lithium. M. Berzélius regarde l'oxide de lithium comme étant formé d'un atome d'oxigène et d'un atome de métal, et adopte 80,375 pour son poids atomique.

Magnésium. Il ne se combine avec l'oxigène qu'en une seule proportion pour former un oxide qui est isomorphe avec les protoxides de strontium, de fer, de manganèse, de calcium, etc. Sa formule est O Ma. M. Berzélius a déduit le poids de l'atome de magnésium de

la composition du sulfate sec de magnésie, très-pur, et l'a trouvé de 158,352.

Manganèse. Parmi les oxides du manganèse, il en est deux qui sont isomorphes avec ceux du fer ; ils doivent donc prendre les mêmes formules. Ces formules sont : O Mn, O^3 Mn^2. (Voyez Fer.)

En décomposant le chlorure de manganèse Cl^2 Mn, par le nitrate d'argent, M. Berzélius a trouvé le poids de l'atome de manganèse = 345,887. Ses degrés d'oxigénation sont O Mn, O^4 Mn^3, O^3 Mn^2, O^2 Mn, O^3 Mn, O^7 Mn^2.

Mercure. M. Dumas a trouvé, par une expérience directe, que la densité de la vapeur du mercure était égale à 6,976. Le poids atomique de ce métal, calculé d'après cela, serait : 632,68, et ses chlorures auraient ces formules : Cl Hg^2, Cl Hg. Son oxide rouge orangé, qui correspond au bi-chlorure, aurait celle-ci : O Hg^2. M. Berzélius adopte 1265,823, qui est le double du nombre précédent. M. Gaudin admettant que les gaz simples sont formés de molécules bi-atomiques, et que les vapeurs des métaux sont monatomiques (§ XIV, J), il en résulte que, sous le même volume, l'oxigène contient une fois plus d'atomes que la vapeur mercurielle : or, le poids spécifique de l'oxigène comparé à celui de la vapeur de mercure,

serait une fois trop fort; mais comme l'oxigène est pris pour terme de comparaison, c'est celui de la vapeur de mercure qui devient une fois trop faible, et le poids adopté par M. Berzélius serait bien celui du mercure comparé à l'oxigène. Cela est prouvé par le calorique spécifique de ce métal, qui, divisant 37,53, donne un quotient qui approche beaucoup du dernier poids (§ XXVI). Dans ce cas, les chlorures de mercure sont : Cl Hg, Cl^2 Hg, et l'oxide orangé = O Hg.

Molybdène. L'oxigène se combine avec le molybdène en trois proportions qui sont entre elles ÷ 1, 2, 3, pour une même quantité de métal. Le soufre s'y combine aussi en trois proportions, mais elles sont entre elles ÷ 2, 3, 4. Lorsque l'acide molybdique s'unit à une base monoxidée, l'oxigène de celle-ci est le $\frac{1}{3}$ de celui de l'acide; lorsque c'est le trisulfure qui se combine à un sulfure monatomique, le soufre est aussi le $\frac{1}{3}$ de celui du trisulfure : M. Berzélius conclut de là que l'on peut regarder ces combinaisons comme étant formées de 1 atome de molybdène uni à 1, 2, 3 atomes d'oxigène, et à 2, 3, 4 atomes de soufre.

110,68 parties de molybdate de plomb, O^3 Mo + O Pb, contiennent 67,31 parties d'oxide de plomb; mais 110,68 de molybdate de plomb

moins 67,31 d'oxide de plomb = 43,37 d'acide molybdique; d'où

$67,31 : O + Pb = 1394,498 :: 43,37 : x = 898,520 = O^3 Mo.$

$O^3 Mo = 898,520 - O^3$, ou $300 = 598,520 = Mo.$

Le molybdène présente ces différens degrés d'oxigénation et de sulfuration :

$O Mo, O^2 Mo, O^3 Mo ; S^2 Mo, S^3 Mo, S^4 Mo.$

Formule des molybdates et des sulfo-molybdates :

$$\left.\begin{matrix} O^3 \\ S^3 \end{matrix}\right\} Mo + \left\{\begin{matrix} O \\ S \end{matrix}\right\} \Delta.$$

Nickel. Le calorique spécifique du nickel étant 0,1035, on obtient 362 pour poids approximatif de ce métal (§ XXVI).

188 parties d'oxide de nickel, transformées en chlorure que l'on décompose par le nitrate d'argent, donnent 718,2 parties de chlorure d'argent.

Or, 718,2 : 2 Cl Ag, ou 1794,257 :: 188 : x = 469,675 = équivalent d'oxide de nickel.

469,675 — 362 trouvé antérieurement pour poids du nickel = environ 100 qui représente un atome d'oxigène : la formule de l'oxide de nickel est donc O Ni; alors 469,675 — 100 = 369,675 = Ni (1).

(1) Ce dernier nombre est beaucoup plus exact que le premier.

Oxigène. L'oxigène sert de terme de comparaison. Pour faciliter les calculs et leur donner de la précision par un grand nombre de chiffres, on a adopté 100 pour son poids atomique, et l'on ajoute même trois décimales au poids de chacun des atomes. (Voyez § XII, la manière dont on s'en sert pour calculer les poids des atomes qui existent à l'état de gaz ou de vapeur.)

Or. Le calorique spécifique de ce métal = 0,0293, mais $\frac{37,53}{0,029} = 1280$ qui doit être son poids atomique (1); ses oxides contiennent des quantités d'oxigène qui sont entre elles pour la même quantité d'or :: 1 : 3. La composition de ces oxides fait admettre qu'ils ont cette formule : $O\,Au^2$, $O^3\,Au^2$. Le chlorure correspondant à ce dernier oxide se représente donc ainsi : $Cl^3\,Au$ (Voyez Chlore). M. Berzélius a déterminé le poids de l'atome d'or par une expérience directe : il a trouvé que 142,9 parties de mercure précipitaient 95,35 parties d'or du chlorure dont la formule vient d'être

(1) Ce nombre n'étant point assez exact, on doit déterminer le poids atomique de l'or par d'autres procédés.

indiquée. L'or était uni à une quantité de chlore équivalant pour lui à 3 atomes ; mais le bi-chlorure de mercure qui se forme dans cette circonstance ayant cette formule $Cl^2 Hg$, il en est résulté cette combinaison $Cl^2 Hg + Cl Hg\frac{1}{2}$ (1). Comme il a été employé un atome et demi de mercure pour précipiter un atome d'or, en retranchant alors 1/3 du poids du mercure, le reste sera à la quantité d'or précipitée, comme le poids d'un atome de mercure est à celui d'un atome d'or, d'où

$$\frac{142,9}{3} \times 2 = 95,26 : 1265,823 :: 93,35 : x = 1243,013 = \text{Au}.$$

Osmium. L'oxigène se combine avec l'osmium en plusieurs proportions, qui sont entre elles $\frac{1}{2}$ 2, 3, 4, 6, 8. Si l'on admet que le premier degré d'oxidation soit formé d'un atome de métal et d'un atome d'oxigène, on a les formules $O\ Os$, $O^3\ Os^2$, $O^2\ Os$, $O^3\ Os$, $O^4\ Os$. M. Berzélius adopte 1244,487 pour poids atomique de ce métal.

Palladium. Le palladium se combine avec l'oxigène en deux proportions, pour constituer deux oxides qui sont isomorphes avec ceux

---

(1) Il n'existe point de demi-atomes ; mais on peut en faire la supposition pour établir le calcul.

d'osmium et d'iridium, qui ont cette formule O Pa, O^2 Pa. Son poids atomique s'obtient par la réduction du chlorure double de palladium et de potassium, au moyen de l'hydrogène; M. Berzélius l'a trouvé de 665,899.

Phosphore. Le phosphore donnant naissance à des oxacides dont les quantités d'oxigène sont entre elles :: 3 : 5, ce rapport se trouvant dans la série d'oxigénation de l'azote qui existe à l'état gazeux, et dont, par conséquent, les atomes paraissent pouvoir être déterminés avec quelques probabilités (§ XIV), on a admis des formules semblables pour les acides du phosphore et de l'azote : les acides nitreux et nitrique étant représentés par $O^3 N^2$ et $O^5 N^2$, les acides phosphoreux et phosphorique l'ont été par $O^3 P^2$, $O^5 P^2$; mais cette raison n'a aucune valeur, car il est probable que tous les corps peuvent se combiner dans de semblables proportions; et si toutes ces combinaisons n'ont pas été obtenues, c'est que l'on n'a pas encore réalisé les circonstances dans lesquelles elles auraient pu se produire. La capacité de saturation de l'acide phosphorique présentant de notables différences lorsqu'on la compare à celle de l'acide nitrique, l'on est tout porté à admettre d'autres formules pour ces acides, surtout depuis que M. Dumas, ayant pris di-

rectement la densité de la vapeur de phosphore, a trouvé qu'elle était de 4,355. Si cette densité est à celle de l'oxigène comme le poids atomique du phosphore est au poids de ce dernier corps, on a

$$\frac{100 \times 4{,}355}{1{,}1026} = 394{,}975.$$

Des expériences de M. Berzélius, on peut déduire 392,310 double du poids qu'il a adopté, et les acides phosphoreux et phosphorique seraient $O^3\,P$, $O^5\,P$.

Cependant, quelques expériences tendant à faire considérer l'arsenic comme étant isomorphe avec l'antimoine, l'arsenic l'étant sans aucun doute avec le phosphore; ayant adopté $\overset{\cdots}{\overline{\mathrm{S}}}\mathrm{b}$, $\overset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{\mathrm{S}}}\mathrm{b}$, $\overset{\cdot\cdot}{\overset{\cdots}{\overline{\mathrm{S}}}}\mathrm{b}$ pour représenter les combinaisons de l'oxigène avec l'antimoine, celles de phosphore doivent s'écrire de même, et cela, d'autant plus, que ce dernier métal, par son calorique spécifique, semble démontrer que ces formules sont vraies. La vapeur de phosphore serait bi-atomique dans la supposition de l'oxigène monatomique; et quadratomique, le dernier corps étant bi-atomique (§ XIV, J).

Le poids atomique du phosphore = 196,155, moitié du précédent.

Les acides phosphoreux et phosphorique sont $\overset{\cdots}{\text{Ᵽ}}$ $\overset{\cdots\cdot\cdot}{\text{Ᵽ}}$.

Platine. On peut dire pour le platine la même chose que pour le palladium ; seulement son poids atomique est 1233,499.

Plomb. Le plomb forme avec l'oxigène un oxide qui est isomorphe avec la baryte ; cet oxide, décomposé par le gaz hydrogène, a donné à M. Berzélius 7,725 parties d'oxigène pour 100 de plomb. Sa formule étant O Pb, on trouve le poids atomique du plomb par la proportion suivante :

$$7{,}725 : 100 :: 100 : x = 1294{,}498.$$

Potassium. Le potassium se combine en deux proportions avec l'oxigène. Pour un même poids de ce métal, les quantités d'oxigène sont entre elles :: 1 : 3 ; le premier oxide étant une base puissante, on admet qu'il est formé d'un atome de métal et d'un atome d'oxigène ou O K, ce qui donne Cl^2 K pour le chlorure correspondant. 100 parties de ce chlorure donnent 192,4 parties de chlorure d'argent, d'où l'on tire le poids du potassium par cette proportion : 192,4 de chlorure d'argent est à 1794,257 double du poids atomique du chlo-

rure d'argent (1), comme 100 de chlorure de potassium est à x = 912,566 = poids du chlorure de potassium; si l'on en retranche 422,650, poids de deux atomes de chlore, il reste 489,916 pour le poids du potassium.

Rien ne prouve que l'oxide de potassium soit formé d'un atome de métal et d'un atome d'oxigène, si ce n'est que le chrômate de potasse a la même forme que le sulfate de baryte; mais le sulfate de potasse affectant une tout autre forme, est-on en droit d'en conclure l'isomorphisme ? On pourrait citer, à l'appui de cette manière de voir, le sulfochrômate de potasse qui affecte la même forme que le simple sulfate de cette base; mais dans d'autres sels, comme l'alun, par exemple, la potasse paraît isomorphe avec l'ammoniaque; dans ce cas, sa formule serait très compliquée, il est plus probable que l'unité de forme est due à des différences dans la quantité d'eau.

Rhodium. Il existe un chlorure double de rhodium et de potassium, dans lequel la quantité totale de chlore est à celle qui suffirait pour chlorurer le potassium :: 5 : 2 : il y en a donc

(1) On a pris le double du poids du chlorure d'argent pour qu'il s'y trouve deux atomes de chlore comme dans le chlorure de potassium; sans quoi le calcul n'aurait donné que la moitié du poids du chlorure de potassium.

trois parties combinées au rhodium (1); en décomposant cette combinaison par le gaz hydrogène, on trouve que le poids du rhodium = 651,387. Cela, en admettant qu'il y a un seul atome pour les trois atomes de chlore; mais la formule du chlorure étant $Cl^3 R$, celle de l'oxide = $O^3 R^2$. (Voyez Chlore.)

Sélénium. 100 parties de sélénium s'unissent à 179 parties de chlore pour former un chlorure qui, par l'action de l'eau, se transforme en acide sélénieux et en acide hydrochlorique. Le sélénium étant isomorphe avec le soufre, l'acide sélénieux doit contenir deux atomes d'oxigène pour un de sélénium, d'où l'on conclut que le chlorure doit renfermer quatre atomes de chlore (voyez Chlore); avec cela on peut calculer son poids atomique :

$$179 : 4 \times 221{,}325 :: 100 : x = 494{,}581 = \text{Se}.$$

Silicium. Le silicium a la plus grande analogie avec le bore; son oxide jouit aussi des propriétés de l'acide borique et de celles des sesqui-oxides d'aluminium, de fer, de manga-

(1) On ne peut dire cela qu'autant que le chlorure double peut se former par la réunion des deux chlorures.

nèse, etc.; ces oxides ont cette formule : $O^3\ \Delta^2$. (Voyez Aluminium, Bore et Fer.)

M. Berzélius, regardant la silice comme formée de trois atomes d'oxigène pour un de silicium, admet 277,312 pour poids de ce dernier corps. Il faut donc en prendre la moitié = 138,656 pour avoir cette formule $O^3\ Si^2$.

Le poids atomique du silicium est celui qui a éprouvé le plus de controverse. La formule de la silice est :

Selon M. Dumas	=	$O\ Si$
Selon M. Gaudin	=	$O^2\ Si$
Selon M. Berzélius	=	$O^3\ Si$
Selon mes recherches	=	$O^3\ Si^2$.

M. Dumas s'appuie sur la densité de la vapeur de chlorure de silicium qu'il a trouvée être de 5,939; une telle quantité de vapeur renferme 1,026 de silicium et 4,913 de chlore. La densité du chlore étant 2,440, qui se trouve être la moitié de 4,913, un volume de chlorure de silicium contient donc deux volumes de chlore. M. Dumas admet que le poids de silicium représente un volume, en tout trois volumes condensés en un seul : ce qui lui donne pour formule du chlorure $Cl^2\ Si$, qui correspond à $O\ Si$ pour la silice. (Voyez Chlore.)

M. Berzélius se fonde sur la capacité de saturation de la silice, qui, dans les silicates,

semble, comme l'acide sulfurique, devoir renfermer trois fois plus d'oxigène que la base. Il connaissait les travaux de M. Dumas, qu'il combat, et il avait prévu la manière de voir de M. Gaudin, qui lui paraît s'éloigner de la simplicité que l'on rencontre dans d'autres circonstances.

M. Gaudin a pour lui beaucoup de faits, par exemple : dans les fluorures doubles de silicium la quantité de fluor provenant du silicium est une fois plus considérable que celle du fluorure métallique; les formules des silicates se trouvent souvent simplifiées, et il a pu, graphiquement, construire une molécule de felspath qui l'a conduit à la forme primitive de ce silicate.

Quant à la manière dont il explique la condensation du chlore et du silicium dans le chlorure de silicium, elle ne contredit en rien l'hypothèse de M. Dumas; car, avant tout, il aurait fallu prouver que, comme celle de l'oxigène, la molécule de silicium fût bi-atomique (1); c'est justement ce qui est en question : si quatre molécules de chlore et une molécule de silicium, bi-atomiques, peuvent être

(1) Cette hypothèse n'est même pas prouvée pour l'oxigène; mais elle a de grandes probabilités pour elle. (§ XIV, J.)

partagées en deux, deux molécules de chlore bi-atomique et une molécule de silicium monatomique n'ont pas besoin de l'être (1).

L'identité des formes de l'alumine, du sesqui-oxide de fer et de la silice avait fait que, depuis long-temps, je considérais cette dernière comme ayant même formule; la grande analogie qui existe entre le silicium, le bore et leurs combinaisons, m'avaient même porté à adopter une semblable formule pour l'acide borique avant que M. Dumas eût publié ses recherches sur ce sujet. Cela joint à ma prévision, qui d'ailleurs se trouvait confirmée par une foule d'observations, telle que l'association presque constante de la silice et de l'alumine, de la silice et du sesqui-oxide de fer, association qui existe presque toujours pour les corps isomorphes, comme cela se voit pour le palladium, l'osmium et l'iridium; l'arsenic et le phosphore dans les phosphates de plomb; le zinc et le cadmium; le fer et la manganèse, etc; telles encore quelques analyses difficiles à comprendre si l'on n'admet l'isomorphisme de la silice et de

(1) Cependant, dans la supposition de l'oxigène bi-atomique et du silicium monatomique, M. Dumas serait obligé de représenter la silice par O^2 Si lorsqu'il s'agirait de recherches sur le groupement des atomes.

l'alumine, et par dessus tout l'analogie constamment soutenue qui existe entre le bore et le silicium, me portent à conserver la formule $O^3\,Si^2$ quoiqu'elle soit contredite par la loi de M. Gaudin, qui explique les condensations des gaz dans le système atomique, lors de leur combinaison.

Sodium. Ce corps forme deux oxides dans lesquels les quantités d'oxigène sont entre elles :: 2 : 3 pour une même quantité de métal. Mais le premier oxide étant considéré comme une base puissante, on admet qu'il renferme un atome d'oxigène pour un atome de métal (1),

---

(1) Une pareille raison n'a pas une grande valeur; car on ne sait pas encore positivement ce qui produit la *basité*, si l'on peut s'exprimer ainsi; et les mots *bases faibles*, *bases puissantes* n'ont rien de bien déterminé, d'autant plus que les oxides de sodium et de fer ayant même formule, le premier passe pour être beaucoup plus basique que le second. Mais si l'on prend les sesqui-oxides de ces métaux, qui ont encore même formule, celui de fer seulement peut se combiner aux acides. Cela toutefois vient peut-être à l'appui de ce qui est dit relativement au poids atomique du sodium, qui semble une fois trop fort.

Les propriétés des acides et des bases ne paraissent pas être simplement dues à l'état électrique de leurs particules; mais elles paraissent aussi dépendre du

d'où ces formules O Na, O^3 Na^2. 100 parties de chlorure de sodium donnant 244,6 parties de chlorure d'argent, et le chlorure de sodium renfermant deux atomes de chlore, on peut en déduire immédiatement le poids atomique du

---

nombre d'atomes qui les forment : ceux qui entrent dans la constitution des acides sont presque toujours plus nombreux que ceux qui constituent les bases. On sait qu'un corps plus positif qu'un autre peut devenir plus négatif que lui en s'unissant à une plus grande quantité d'un élément très-négatif. Dans ce cas il tendrait à l'acidité, comme cela paraît être pour l'aluminium relativement au fer qui se trouve placé avant lui dans l'échelle électro-chimique : l'alumine O^3 Al^2 est plus négative que l'oxide de fer O Fe. Un exemple frappant, et tout-à-fait contraire, relativement à l'état électrique des particules, se rencontre dans la série d'oxigénation du carbone : l'oxide de carbone O C est parfaitement neutre ; tandis que les formules O^3 C^4, O^4 C^5, moins oxigénées, représentent les acides mellitique et croconique. Dans ces acides le nombre des atomes est plus grand que dans l'oxide de carbone.

Il paraîtrait, d'après cela, que, dans la formation des molécules salines, la majeure partie des atomes des acides entourerait ceux des bases qui sont moins nombreux.

Les alcaloïdes, qui renferment un grand nombre d'atomes, sembleraient jouer le rôle statique des acides et le rôle électro-chimique des bases.

chlorure de sodium et le poids de ce métal en retranchant du premier celui de deux atomes de chlore :

$$244{,}6 : 1794{,}257 :: 100 : x = 733{,}547 - 442{,}650 = 290{,}897 = \text{poids atomique du sodium.}$$

Comme les sels d'argent paraissent isomorphes avec ceux de sodium, et qu'il existe de grandes probabilités pour que le poids atomique de l'argent soit bien déterminé, il devient aussi probable que la soude est formée d'un atome d'oxigène et de deux atomes de métal. Le poids de celui-ci serait alors $\frac{290{,}899}{2}$ ou 145,448, et les oxides de sodium auraient pour formules $O\,Na^2$, $O^3\,Na^4$ (1).

Soufre. Le soufre paraît avoir tant d'analogie avec l'oxigène, sous le rapport des combinaisons

---

(1) Comme de pareilles formules pourront être adoptées par la suite, si l'on veut les écrire en plaçant l'oxigène sous forme de points au-dessus des lettres, il ne suffira plus de barrer ces dernières pour les multiplier ; car il faudrait deux ou trois barres pour multiplier par 4, puisqu'une seule multiplie par 2. Le nombre de barres ne coïncidant pas avec les multiples, il serait alors commode de placer au-dessous des signes, des chiffres qui auraient le même usage que ces barres. Les oxides de sodium seraient alors : $\underset{2}{\dot{Na}}$, $\underset{4}{\dddot{Na}}$.

qu'il peut former, que, lorsqu'on découvre un oxide quelconque, il n'est presque pas douteux qu'on lui trouvera un sulfure correspondant, et *vice versâ*. Cela étant, on pourrait trouver le poids atomique du soufre, par une simple proportion, en sachant combien il en faut pour remplacer un certain poids d'oxigène dans une combinaison bien déterminée. C'est cette considération qui a principalement guidé les chimistes dans cette détermination. Indépendamment de cela, le soufre est acidifiable à plusieurs degrés par l'oxigène, et, dans les acides qu'il forme, les quantités d'oxigène sont entre elles pour une même quantité de soufre comme 2, 4, 5, 6, ou 1, 2, $2\frac{1}{2}$, 3. Mais, dans les sels que forme l'acide le plus oxigéné, la quantité d'oxigène de cet acide est à celle de l'oxide :: 3 : 1; si l'oxide monatomique se sulfurait, il faudrait un poids de soufre égal à celui que renferme l'acide; or cette quantité de soufre correspond à un atome d'oxigène; donc l'acide sulfurique contient trois atomes d'oxigène pour un de soufre, et les degrés d'oxigénation du soufre sont représentés par O S, O^2 S, O^5 S^2, O^3 S. On peut ajouter à toutes ces considérations qu'elles sont en concordance exacte avec le poids atomique indiqué par le calorique spécifique du soufre.

Le poids du soufre a été déduit de la quantité de sulfate que peut donner une certaine quantité de plomb en l'oxidant et le combinant à l'acide sulfurique. Soient 100 parties traitées par l'acide nitrique, puis par l'acide sulfurique, et enfin desséchées; elles donnent 146,44 de sulfate. On sait que 100 parties de plomb se combinent à 7,725 parties d'oxigène, pour former un oxide qui s'unit à l'acide sulfurique qui doit renfermer trois fois autant d'oxigène; or, 100 de plomb + 4 × 7,725 retranchés de 146,44 de sulfate de plomb, doivent donner le poids du soufre contenu dans cette quantité de sel = 15,54.

7,725 doit être à 15,54, comme un atome d'oxigène est à un atome de soufre; c'est ce qu'on trouve par cette proportion :

$$7{,}725 : 15{,}54 :: 100 : x = 201{,}116 = S.$$

On aurait pu avoir le poids du soufre par un calcul beaucoup plus simple en s'y prenant comme on l'a fait pour le chrôme :

$$100 : Pb :: 46{,}44 : x = O^4\,S.\ O^4\,S - O^4 = S.$$

Strontium. Le strontium forme un oxide qui est isomorphe avec le monoxide de baryum, dans les sulfates et les carbonates de ces bases. Cet oxide de strontium est donc formé de 1

atome d'oxigène et de 1 atome de métal. Le chlorure correspondant est $Cl^2 Sr$.

M. Stromeyer a trouvé que 100 parties de chlorure de strontium donnaient 181,25 parties de chlorure d'argent; ceci est suffisant pour trouver le poids atomique du strontium :

181,25 : 1794,257 :: 100 : x = 989,935 — 442,650 = 547,285 = poids atomique du strontium. (Voyez potassium.)

Tellure. Le tellure forme deux acides dans lesquels les quantités d'oxigène sont :: 2 : 3. Une molécule basique renfermant 1 atome d'oxigène, peut s'unir à 1, 2, 4 molécules de chacun de ces acides, de telle sorte que, dans les tellurites, l'acide contient 2, 4, 8 fois plus d'oxigène que la base, et que dans les tellurates, l'acide en contient 3, 6 et 12 fois autant que cette dernière.

M. Berzélius admet les formules $O^2 Te$, $O^3 Te$ pour ces deux acides, formules qui correspondent au poids atomique 802,120.

MM. Dulong et Petit ont trouvé que le calorique spécifique du tellure était 0,0912 qui donnerait un poids atomique une fois moins fort que le précédent, poids que nous croyons préférable d'adopter. Ce poids = 401,060 (1)

(1) Ce poids a été déduit d'un travail de M. Berzelius,

et les acides tellureux et tellurique sont O Te, O^3 Te^2.

Thorium. Il existe un sulfate double d'oxides de thorium et de potassium, dans lequel la quantité d'acide sulfurique est une fois plus grande que celle qui suffirait pour saturer l'oxide de potassium. Comme dans les sulfates la quantité d'oxigène de l'acide est à celle de l'oxide :: 3 : 1, et comme on peut admettre que la deuxième proportion d'acide est combinée à l'oxide de thorium, il en résulte que celui-ci doit contenir un atome d'oxigène et probablement un atome de métal. Le poids de ce métal n'est pas déterminé avec une bien grande exactitude; M. Berzélius adopte 844,9.

Titane. L'acide titanique ayant beaucoup d'analogie avec le binoxide d'étain, il doit donc, comme celui-ci, être formé de deux atomes d'oxigène et d'un atome de métal. Le quadrichlorure de titane = Cl^4 Ti, est formé sur 100 parties, de 74,46 de chlore et de 25,54 de titane. On en déduit facilement le poids de ce dernier :

$$74{,}46 : 4 \times 221{,}325 :: 25{,}54 : x = 303{,}662 = \text{Ti}.$$

---

publié depuis l'impression de la page 15 où l'on trouve 403,226 qui en diffère un peu. (Journal de pharmacie, novembre 1833.)

Tungstène. Ce métal est acidifiable par l'oxigène et le soufre. Les sels qu'il forme sont tels que l'oxigène ou le soufre de l'acide est à celui de la base :: 3 : 1. Indépendamment de cela, il s'unit à des quantités d'oxigène qui sont entre elles :: 2 : 3, et de plus les tungstates sont isomorphes avec les molybdates. On peut donc, par comparaison, admettre que les formules de ces combinaisons avec l'oxigène ou le soufre sont : $X^2 W$, $X^3 W$. Selon des expériences exactes, 100 parties de tungstène s'unissant à 25,355 parties d'oxigène pour constituer l'acide tungstique, on en déduit ainsi le poids atomique :

$$25{,}355 : 3 \times 100 :: 100 : x = 1183{,}00 = W.$$

Urane. L'oxigène s'unit à l'urane en deux proportions qui sont entre elles :: 2 : 3. M. Berzélius regarde ces oxides comme pouvant être représentés par cette formule : $O U$, $O^3 U^2$. Le poids atomique de ce métal a été obtenu en réduisant le premier oxide par l'hydrogène. On a ainsi trouvé que 100 parties de métal étaient unies à 3,557 parties d'oxigène, d'où

$$3{,}557 : 100 :: 100 : x = 2811{,}358.$$

Vanadium. Ce corps se combine avec l'oxigène en trois proportions principales. Les quantités de ce dernier sont entre elles ÷ 1, 2, 3. La

combinaison la plus oxigénée forme un acide qui s'unit à des quantités de bases qui contiennent trois fois moins d'oxigène. Par analogie avec les chrômates et les tungstates, on peut admettre que cet acide a cette formule $O^3 V$. Le protoxide est formé de 100 de vanadium et de 11,6845 d'oxigène; d'où

$$11,6845 : 100 :: 100 : x = 855,800.$$

Yttrium. L'yttria, ou oxide d'yttrium, paraît être isomorphe avec le monoxide de cérium. Sa formule serait donc O Y. 100 parties de sulfate d'yttria donnent, par double décomposition, 145,27 de sulfate de baryte.

On peut déduire le poids de l'yttrium par ce calcul, 145,27 : 1458,045 poids atomique du sulfate de baryte :: 100 : x = 1003,679 poids atomique du sulfate d'yttria = $O^3 S + O \dot{Y} = O^4 S + Y$; mais en retranchant quatre fois le poids de l'oxigène et celui du soufre, du poids du sulfate d'yttria, on a celui de l'yttrium :

$$1003,679 - 601,165 = 402,514.$$

Zinc. Ce métal donne un oxide qui s'unit très-bien aux acides pour former des sels. Dans le sulfate, l'oxigène de l'acide est à celui de l'oxide :: 3 : 1; il forme un sulfate double avec le protoxide de fer : l'oxigène des deux oxides étant le même, on en conclut qu'il est

formé d'un atome de métal et d'un atome d'oxigène. Cet oxide, pour 100 parties de zinc, contient 24,8 d'oxigène; d'où

$$24{,}8 : 100 :: 100 : x = 403{,}226 = Zn.$$

Ce poids est aussi celui que l'on déduit du calorique spécifique de ce métal.

Zirconium. Ce corps a beaucoup d'analogie avec le silicium et l'aluminium.

M. Berzélius fait remarquer qu'il existe deux fluorures doubles de zirconium et de potassium, dans lesquelles les multiples du fluor sont :: 1 : 2, et :: 2 : 3.

L'aluminium formant avec le fer des fluorures doubles qui sont formés dans la même proportion, il est donc probable que la zircône a la même formule que l'alumine, et doit être ainsi représentée, $O^3\,Zr^2$.

100 parties d'acide sulfurique exigent 75,84 de zircône pour être saturées. Dans les sulfates neutres, l'acide sulfurique contient 3 fois plus d'oxigène que les bases; la zircône en contenant 3 atomes, l'acide sulfurique doit donc en renfermer 9, nombre qui correspond à 3 molécules chimiques. On peut alors établir cette proportion :

$$100 : 3O^3S = 1503{,}495 :: 75{,}84 : x = 1140{,}250 = O^3Zr^2.$$

$$\frac{O^3\,Zr^2 \text{ ou } 1140{,}250 - O^3 \text{ ou } 300}{2} = 420{,}125 = Zr.$$

FORMULES ET POIDS ATOMIQUES
DES COMBINAISONS LES PLUS USITÉES ET LES MIEUX CONNUES.

Après les considérations sur les poids des atomes, on a cru devoir rassembler un assez grand nombre de formules atomiques avec les poids correspondans. Cela forme une table qu'il aurait sans doute été avantageux de classer de telle manière que l'on pût facilement comparer les proportions des élémens combinés; mais aucune classification connue n'atteignant ce but, il aurait fallu entrer dans des considérations étrangères à celui de cet ouvrage. On a adopté l'ordre alphabétique pour les corps simples, ordre qui, s'il n'est pas philosophique, est au moins fort commode.

Sous le nom de chaque élément se trouvent son poids atomique et les multiples de ce poids par autant de nombres qu'il est nécessaire pour construire toute la table; jamais on

n'a dépassé 9, parceque l'on multiplie facilement par 10 en reculant la virgule des décimales, d'un chiffre vers la gauche, et parce que les autres multiples se trouvent au moyen d'une addition ; par exemple : on trouve le multiple par 16, en additionnant celui de 9 et celui de 7, ou deux fois celui de 8, etc.

Viennent ensuite les formules : elles sont désignées par la nomenclature la plus usitée, sans aucun choix systématique. Les combinaisons où se trouve l'oxigène sont les premières. Lorsqu'elles sont *binaires*, on les représente par de grandes lettres; mais, lorsqu'elles sont ternaires, l'oxigène est désigné par un point. Sous le titre de l'oxigène, toutes les combinaisons binaires qu'il forme se trouvent écrites avec des lettres sous des points.

Pour trouver les combinaisons binaires ne contenant pas d'oxigène, il faudra les chercher sous le nom du corps commençant par la lettre la moins avancée dans l'alphabet : l'iodure d'azote se trouvera au mot azote.

Au-dessous de chaque acide il existe une formule générale exprimant les sels neutres qu'il peut former; les formules particulières sont rangées sous chaque corps basique.

Quant à l'ordre adopté pour les autres combinaisons binaires, il est un peu arbitraire, mais il ne nuira pas aux recherches.

L'article carbone devant renfermer un grand nombre de combinaisons, on l'a coupé en plusieurs sections par quelques titres.

On n'a nulle part exprimé la composition en centièmes, parce qu'il est un moyen de le faire plus commodément encore, et parce que cette table est simplement disposée pour servir d'exercice sur les atomes, et non pour les laboratoires.

Pour faciliter la lecture des formules, les élémens qui entrent dans leur formation ont été mis dans l'ordre électro-chimique, adopté pour base de la nomenclature; l'oxigène, par conséquent, se trouve toujours le premier, et, comme l'on dit oxide de plomb, on a écrit O Pb, au lieu de Pb O dont on se sert communément. Pour les sels, l'acide a été placé avant la base: $\dddot{S}\ \dot{Zn}$ = sulfate de zinc. Cela n'aurait point coïncidé avec les noms des hydracides qui étaient mal désignés; car on aurait écrit Cl H, et l'on aurait dû lire acide *hydrochlorique*. Cet inconvénient est disparu par le changement

que M. Thenard vient d'apporter dans la nomenclature de ces sortes de corps; le nom de l'élément négatif se trouve placé avant celui de l'élément positif, et l'on dit acide chlorhydrique au lieu d'acide hydrochlorique, etc.

TABLE.

ALUMINIUM.

$Al = 171,167,\ 2\ Al = 342,334.$

Oxide d'aluminium ou alumine	$O^3\ Al^2$.	642,334
Chlorure d'aluminium.	$Cl^3\ Al$.	835,142
Sulfate d'alumine.	$\dddot{S}^3\ \dddot{Al}$.	2145,829
Sulfate d'alumine et de potasse ou alun à base de potasse.	$\dddot{S}^3\ \dddot{Al},\ \dddot{S}\ \dot{K},\ 24\ \dot{H}$.	5936,406
Sulfate d'alumine et de soude ou alun à base de soude.	$\dddot{S}^3\ \dddot{Al},\ \dddot{S}\ \dot{Na},\ 26\ \dot{H}$.	5962,345
Sulfate d'alumine et d'ammoniaque ou alun à base d'ammoniaque.	$\dddot{S}^3\ \dddot{Al},\ \dddot{S}\ 2\ N\ H^3,\ 24\ \dot{H}$.	5560,964
Aluminate de magnésie. (Spinelle).	$\dddot{Al}^2\ \dot{Ma}$.	
Aluminate de zinc. (Gahnite).	$\dddot{Al}^2\ \dot{Zn}$.	

ANTIMOINE.

$Sb = 806,452,\ 2\ Sb = 1612,904.$

Oxide d'antimoine.	$O^3\ Sb^2$.	1912,904
Acide antimonieux.	$O^2\ Sb$.	1006,452
Acide antimonique.	$O^5\ Sb^2$.	2112,904
Sulfure d'antimoine.	$S^3\ Sb^2$.	2216,399
Proto-chlorure d'antimoine.	$Cl^3\ Sb$.	1470,427

Perchlorure d'antimoine.	$Cl^5 Sb$.	1913,077
Acide antimonieux hydraté.	$\ddot{Sb}\,\dot{H}$.	1118,931
Acide antimonique hydraté	$\dddot{\bar{Sb}}\,\dot{H}$.	2225,383
Antimonites.	$\ddot{Sb}^2\,\dot{\Delta}$.	
Antimoniates.	$\dddot{\bar{Sb}}\,\dot{\Delta}$.	

Kermès. $\dddot{\bar{Sb}}$, $2\ S^3 Sb^2$, $6\ \dot{H} = O^9 S^6 Sb^6 H^{12}$ (1).

Émétique. $\bar{T}\,\dddot{\bar{Sb}}$, $\bar{T}\,\dot{K}$, $2\ \dot{H}$.

ARGENT.

$Ag = 675,803.$, $2\ Ag = 1351,607$ (2).

Oxide d'argent.	$O\ Ag^2$.	1451,60,
Sulfure d'argent.	$S\ Ag^2$.	1552,772

---

(1) M. Berzélius pense que le kermès à l'état de pureté n'est rien autre chose que le sulfure d'antimoine $S^3 Sb^2$ extrêmement divisé. Des expériences faites par MM. Gay-Lussac et Robiquet semblent démontrer le contraire. M. Dumas a dit dans son Traité de Chimie appliquée aux arts, que le kermès pouvait bien n'être qu'un mélange, en proportions définies, de sulfure et d'oxide d'antimoine. L'analyse du kermès paraît encore démontrer le contraire, car il contient aussi de l'eau en proportions définies, et comme cette eau n'appartient ni au sulfure, ni à l'oxide, elle fait partie intégrante du kermès qui est une véritable combinaison d'oxigène, de soufre, d'antimoine et d'hydrogène, rangés dans un ordre inconnu.

Plusieurs chimistes, pour faire coïncider l'opinion de M. Berzélius avec les expériences qui lui paraissent contraires, admettent qu'il existe deux espèces de kermès suivant qu'il a été préparé par les carbonates ou par les alcalis caustiques.

(2) Ce dernier nombre est adopté par la majorité des chimistes comme étant le poids de l'atome simple d'argent.

Chlorure d'argent.	Cl Ag.	897,128
Chlorure d'argent.	× 2.	1794,257
Nitrate d'argent.	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}\,\dot{Ag}$.	2128,643

Argent rouge. $S^3 Sb^2 + 3 S Ag^2$ ou $Ag^6 S^6 Sb^2$.

ARSENIC.

As = 470,042, 2 As = 940,084.

Acide arsénieux.	$O^3 As^2$.	1240,084
Acide arsénique.	$O^5 As^2$.	1440,084
Sulfure jaune d'arsenic ou orpiment.	$S^3 As^2$.	1543,579
Sulfure rouge d'arsenic ou réalgar.	$S^2 As$.	872,372
Quinti sulfure ou persulfure d'arsenic.	$S^5 As^2$.	1945,909
Iodure d'arsenic.	$I^3 As$.	2839,292
Arséniure d'hydrogène.	$As H^3$.	488,761
Arsénites.	$\dddot{As}\,\dot{\Delta}^2$.	
Arséniates.	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}\,\dot{\Delta}^2$.	
Binarséniates.	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}\,\dot{\Delta}$.	

AZOTE.

N = 88,518, 2 N = 177,036, 3 N = 265,554.

Protoxide d'azote.	$O N^2$.	277,036
Binoxide d'azote.	O N.	188,518
Acide nitreux.	$O^3 N^2$.	477,036
Acide hypo-nitrique.	$O^2 N$.	288,518
Acide nitrique dans les sels.	$O^5 N^2$.	677,036

Acide nitrique hydraté.	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\not{N}}\ \dot{H}$.	739,515
Iodure d'azote.	$I^3\ N$.	2457,768
Chlorure d'azote.	$Cl^3 N$ (1).	752,493
Cyanogène.	$C\ N$ (2).	165,046
Cyanogène	× 2 (3).	330,092.
Ammoniaque.	$N\ H^3$	107,237
Ammoniaque	× 2.	214,474
Nitrites.	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{\not{N}}\ \dot{\Delta}$	
Nitrates (4).	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\not{N}}\ \dot{\Delta}$	

Sels ammoniacaux.

Carbonate d'ammoniaque (sans eau).	$\ddot{C}\ 2\ H^3 N$.	491,002
Sesqui-carbonate (des pharmacies).	$\ddot{C}^3\ 4\ H^3 N,\ 4\ \dot{H}$.	1708,550
Bi-carbonate (inodore).	$\ddot{C}\ \ H^3 N,\ \dot{H}$.	496,244
Sulfate d'ammoniaque.	$\dddot{S}\ 2\ H^3 N,\ 2\ \dot{H}$.	940,597
Sulfate d'ammoniaque effleuri.	$\dddot{S}\ 2\ H^3 N,\ \dot{H}$.	828,118
Phosphate d'ammoniaque (5).	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\not{P}}\ H^3 N,\ 3\ \dot{H}$.	1336,98

---

(1) Composition admise à cause de l'analogie qui existe entre le chlorure d'azote et l'iodure d'azote.

(2) Les combinaisons du cyanogène suivent le même rapport que celles du chlore.

(3) M. Berzélius emploie $Cy = 2\ C\ N$.

(4) Les nitrates de baryte, de protoxide de plomb, de potasse et de soude, sont anhydres.

(5) Obtenu en saturant par l'ammoniaque, le phosphate acide de chaux provenant des os.

Nitrate d'ammoniaque cristallisé à la température ordinaire.	$\overset{\cdots}{\bar{N}}\ 2\ H^3\ N,\ \ \dot{\bar{H}}$.	1003,989
Nitrate d'ammoniaque cristallisé par fusion.	$2\ (\overset{\cdots}{\bar{N}}\ 2\ H^3\ N) + \dot{\bar{H}}$.	1895,499
Oxalate neutre d'ammoniaque.	$\overset{\cdots}{\bar{C}}\ 2\ H^3\ N,\ 2\ \dot{\bar{H}}$.	892,489
Oxalate neutre d'ammoniaque, effleuri.	$\overset{\cdots}{\bar{C}}\ 2\ H^3\ N,\ \ \dot{\bar{H}}$.	780,010
Binoxalate d'ammoniaque.	$\overset{\cdots}{\bar{C}}\ \ H^3\ N,\ \ \dot{\bar{H}}$.	672,772
Hydrochlorate d'ammoniaque.	$Cl\ H,\ H^3\ N$.	334,801
Hydrocyanate d'ammoniaque.	$N\ C\ H,\ H^3\ N$.	278,522

Combinaisons du cyanogène.

Acide hydrocyanique.	$N\ C\ H$.	171,285
Acide cyaneux.	$N^2\ C^2\ O$.	430,092
Acide cyanique cristallisé (acide cyanourique).	$3\ N\ C\ O\ H + 2\ \dot{\bar{H}}$.	1038,816
Cyanites.	$N^2\ C^2\ O,\ \ \dot{\Delta}$.	
Cyanates.	$3\ (N\ C\ O\ H),\ \dot{\Delta}$.	
Sulfure de cyanogène, (Lassaigne).	$S, 4\ N\ C$.	861,349
Sulfo-cyanogène.	$S\ \ N\ C$.	366,211
Acide hydro-sulfo-cyanique.	$S\ N\ C,\ H$.	372,450
Proto-chlorure de cyanogène.	$Cl\ \ N\ C$.	386,371
Bi-chlorure de cyanogène.	$Cl^2\ N\ C$.	607,696
Iodure de cyanogène.	$I\ N\ C$.	954,796
Acide hydro-ferro-cyanique.	$2\ H^2\ Cy,\ Cy\ Fe,\ O\ H^2. = O\ C^6\ N^6\ H^6\ Fe$.	

Cyano-ferrure de potassium. $Cy\,Fe, 2\,Cy\,\dot{K}, 3\,\dot{H} = Cy\,H^2, \dot{F}e; 2\,Cy\,H^2\,\dot{K}$.

Bi-cyano-ferrure de potassium. $Cy^3\,Fe^2, 3\,Cy\,K = Cy^6\,Fe^2\,K^3$.

BARYUM.

Ba = 856,880.

Baryte.	O Ba.	956,880
Binoxide de baryum.	O^2 Ba.	1056,880
Sufure de baryum.	S Ba.	1058,045
Sulfate de baryte.	$\dddot{S}\,\dot{B}a$.	1458,045
Carbonate de baryte.	$\ddot{C}\,\dot{B}a$.	1233,408
Nitrate de baryte.	$\dddot{\bar{N}}\,\dot{B}a$.	1633,916
Chlorure de baryum.	Cl^2 Ba.	1299,530
Chlorure de baryum cristallisé.	$Cl^2\,Ba, 2\,\dot{H}$.	1524,489
Chlorate de baryte cristallisé.	$\ddot{\bar{C}l}{}^2\,\dot{B}a, \dot{H}$.	2012,009
Acétate de baryte cristallisé au-dessous de 15°	$\bar{A}\,\dot{B}a, 3\,\dot{H}$.	1937,868
Idem au-dessus de 15°.	$\bar{A}\,\dot{B}a, \dot{H}$.	1712,909

BISMUTH.

Bi = 1330,376. 2 Bi = 2660,752.

Oxide de bismuth.	$O^3\,Bi^2$.	2960,752
Sulfure de bismuth.	$S^3\,Bi^2$.	3264,247
Hydrate d'oxide de bismuth.	$\dot{H}^3\,\dddot{Bi}$.	3298,190

Nitrate de bismuth.	$\ddot{\mathrm{N}}^3\, \dddot{\mathrm{Bi}}, 9\, \dot{\mathrm{H}}$.	6004,076
Sous-nitrate, blanc de fard, nitrate quadri bismuthique, magistère de bismuth, $\frac{1}{4}$ nitrate de bismuth.	$\ddot{\mathrm{N}}^3\, \dddot{\mathrm{Bi}}^4$.	13874,116

BORE.

$\mathrm{B} = 68,102$, $2\,\mathrm{B} = 136,204$.

Acide borique fondu.	$\mathrm{O}^3\, \mathrm{B}^2$.	436,204
Acide borique cristallisé.	$\dddot{\mathrm{B}}, 3\, \dot{\mathrm{H}}$.	773,642
Acide borique chauffé à 100°.	$2\, \dddot{\mathrm{B}} + 3\, \dot{\mathrm{H}}$.	1209,846
Fluorure de bore.	$\mathrm{Fl}^3\, \mathrm{B}$.	418,802
Chlorure de bore.	$\mathrm{Cl}^3\, \mathrm{B}$.	732,077
Borates.	$\dddot{\mathrm{B}}^2\, \dot{\Delta}$.	0000,000

Voyez Sodium.

BROME.

$\mathrm{Br} = 489,513$. $2\,\mathrm{Br} = 979,026$.

Acide brômique.	$\mathrm{O}^5\, \mathrm{Br}^2$.	1479,026
Acide hydrobrômique.	$\mathrm{Br\, H}$.	495,752
Brômures.	$\mathrm{Br}^2\, \Delta$.	

Voyez Chlorures.

CADMIUM.

$\mathrm{Cd} = 696,767$.

Oxide de cadmium.	$\mathrm{O\, Cd}$.	796,76

Sulfure de cadmium.	S Cd.	897,932
Sulfate d'oxide de cadmium.	$\dddot{S}\,\dot{C}d, 4\dot{H}$.	1747,750

CALCIUM.

Ca = 256,019.

Oxide de calcium, (chaux).	O Ca.	356,019
Oxide de calcium.	× 2.	712,038
Binoxide de calcium.	O^2 Ca.	456,019
Hydrate d'oxide de calcium.	$\dot{H}\,\dot{C}a$.	468,498
Chlorure de calcium, fondu.	Cl^2 Ca.	698,669
Chlorure de calcium, cristallisé.	$Cl^2\,Ca, 6\dot{H}$.	1373,546
Fluorure de calcium, (spath fluor).	Fl^2 Ca.	489,819
Sulfate de chaux anhydre (karsténite).	$\dddot{S}\,\dot{C}a$.	857,184
Sulfate hydraté, (gypse).	$\dddot{S}\,\dot{C}a, 2\dot{H}$.	1082,143
Glaubérite.	$\dddot{S}\,\dot{C}a, \dddot{S}\,\dot{M}a$.	1616,702
Carbonate de chaux, marbre, craie, spath d'Islande, arragonite.	$\ddot{C}\,\dot{C}a$.	632,547
Oxalate de chaux hydraté.	$\dddot{\bar{G}}\,\dot{C}a, \dot{H}$.	921,554
Phosphate de chaux.	$\dddot{\bar{P}}\,\dot{C}a$.	1604,348
Phosphate des os.	$\dddot{\bar{P}}^3\,\dot{C}a^8$.	5525,082
Phosphate sesqui-basique, (naturel).	$\dddot{\bar{P}}\,\dot{C}a^3$.	1960,367
Sesqui-phosphate de chaux.	$\dddot{\bar{P}}^2\,\dot{C}a^3$.	2852,677

Bi-phosphate de chaux.	$\ddot{P}\ Ca$.	1248,329

CARBONE.

$C = 76,528$.	$2\ C = 153,056$.	$3\ C = 229,584$.
$4\ C = 306,112$.	$5\ C = 382,640$.	$6\ C = 459,178$.
$7\ C = 535,696$.	$8\ C = 612,224$.	$9\ C = 688,762$.

Composés binaires.

Acide mellitique, *dans les sels.*	$O^3\ C^4$.	606,112
Acide croconique, *dans les sels.*	$O^4\ C^5$.	782,640
Oxide de carbone.	$O\ C$.	176,528
Acide oxalique, *dans les sels.*	$O^3\ C^2. = \overline{O}$.	453,056
Acide oxalique cristallisé.	$\ddot{\bar{C}}\ 3\ \dot{H} = O^6\ C^2\ H^{16}$.	790,494
Oxalate neutre $= \overline{O}\ \dot{\Delta}$.		
Acide carbonique.	$O^2\ C$.	276,528
Carbonate neutre $\ddot{C}\ \dot{\Delta}$, sous carbonate $\ddot{C}\ \dot{\Delta}^2$.		
Sesqui-carbonate $\ddot{C}^3\ \dot{\Delta}^2$, bi-carbonate. $\ddot{C}^2\ \dot{\Delta}$.		
Sulfure de carbone.	$S^2\ C$.	478,858
Monochlorure de carbone, naturel?	$Cl\ C$.	297,853
Bi-chlorure de carbone.	$Cl^2\ C$.	519,178
Tri-chlorure.	$Cl^3\ C$.	740,503
Quinti-chlorure bicarbique.	$Cl^5\ C^2$.	817,031
Iodure de carbone.	$I\ C$.	866,278
Triniodure.	$I^3\ C$.	2445,778
Protocarbure d'hydrogène (1)	$C\ H^4$.	101,487

(1) Dans les carbures d'hydrogène, pour une même quantité de carbone, les multiples de l'hydrogène sont : 60, 30, 25, 24, 20, 15, 12 et 10. Pour une même quantité d'hydrogène, les multiples du carbone sont : 10, 20, 24, 25, 30, 40, 50 et 60.

Bicarbures, gazeux, liquide, solide de l'éthérification, paraffine	$C\,H^{2}$	89,007
Naphte, Eupione	$C^{3}\,H^{5}$	260,782
Camphogène, huiles volatiles de térébenthine et de citron.	$C^{5}\,H^{8}$	432,558
Tri-carbure liquide d'hydrogène.	$C^{3}\,H^{4}$	254,543
Quadri-carbure.	$C\,H$	82,767
Naphtaline, Paranaphtaline.	$C^{5}\,H^{4}$.	407,599
Idrialine.	$C^{3}\,H^{2}$.	242,063

Composés ternaires.

Fixes et neutres *.

Arabine, cérasine.	$C^{6}\,H^{10}\,O^{5}$.
Bassorine.	$C^{10}\,H^{22}\,O^{11}$.
Ligneux.	$C^{3}\,H^{4}\,O^{2}$.
Méconine.	$C^{9}\,H^{9}\,O^{4}$.
Sucre de canne dans le sel de plomb.	$C^{12}\,H^{20}\,O^{10}$.
Sucre de canne cristallisé.	$C^{12}\,H^{22}\,O^{11}$.
Sucre de raisin.	$C^{12}\,H^{24}\,O^{12}$ (1).
Sucre de lait, sucre surinaire, mannite.	$C\,H^{2}\,O$.
Sucre de lait dans les sels.	$C^{5}\,H^{8}\,O^{4}$.
Pseudo-érythrine.	$C^{20}\,H^{25}\,O^{8}$.
Ambréïne.	$C^{33}\,H^{65}\,O$.
Cholestérine.	$C^{38}\,H^{3}\,O$.
Ethal.	$C^{16}\,H^{34}\,O$.

(1) M. Dubrunfaut a vu que, sous l'influence de la levure, le sucre de canne en dissolution dans l'eau est transformé en sucre de raisin avant l'apparition de l'alcool.

Fixes et acides * * (1).

Acide acétique *dans les acétates.*	$C^4 H^6 O^3 = \bar{A}$.	643,550
Acide acétique, pesant spécifiquement 1,063 =	$\bar{A} + \dot{H}$.	756,029
Acide acétique, pesant spécifiquement 1,0791.	$\bar{A} + \dot{H}^3$.	980,988
Acide benzoïque dans les benzoates.	$C^{14} H^{10} O^3 = \bar{B}$.	1433,790
Acide benzoïque cristallisé.	$\bar{B} + \dot{H}$.	1546,269
Acide citrique, acide malique, *dans les sels.*	$C^4 H^4 O^4 = \bar{C}$ et $\overline{Ma}$ (2).	731,071
Acide citrique cristallisé.	$\bar{C}^3 \dot{H}^4$.	2643,041
Acide citrique effeuri.	$\bar{C}^3 \dot{H}^2$.	2418,172
Acide ellagique.	$C^7 H^4 O^4$.	960,655
Acide formique dans les sels.	$C^2 H^2 O^3 = \bar{F}$.	365,535
Acide gallique cristallisé.	$C^7 H^8 O^6$.	1185,614
Acide gallique dans les gallates.	$C^7 H^6 O^5 = \bar{G}$.	1073,134
Acide gallique sublimé.	$C^6 H^6 O^3$.	796,616
Acide kinique	$C^{15} H^{24} O^{22}$. (Liebig).	2497,670
Acide méconique anhydre.	$C^7 H^7 O^6 = \overline{Me}$.	573,134

(1) Chacun des acides qui suit sature une quantité de base contenant un atome d'oxigène : leurs sels neutres sont alors $\bar{x} + \dot{\Delta}$.

(2) Voyez les équations qui se trouvent à la fin de cette table.

Acide méconique hydraté.	$\overline{Me} + 4\dot{H}$.	1022,952
Acide méconique hydraté, chauffé à 120°,	$= \overline{Me} + \dot{H}$.	685,613
Acide pyro-méconique dans les sels.	$C^{10} H^6 O^5$.	1302,710
Acide pyro-méconique hydraté.	*id.* $+ \dot{H}$.	1415,180
Acide mélanique de M. Pelouze.	$C^6 H^4 O^2$.	634,127
Acide mucique.	$C^6 H^{10} O^8 = \overline{Mu}$.	1321,576
Acide pyro-mucique.	$C^9 H^4 O^6$.	1313,721
Acide oxalhydrique.	$C^4 H^6 O^6$.	943,550
Acide oxalhydrique hydraté	$2(C^4 N^6 O^6) + \dot{H}$.	1199,579
Acide roccellique (1).	$C^{16} H^{32} O^4$.	1824,121
Acide succinique.	$C^4 H^4 O^3 = \overline{S}$.	631,071
Acide tannique ou tannin, *dans les sels*.	$C^{18} H^8 O^{12}$.	896,606
Acides tartrique et paratartrique, *dans les sels*.	$C^4 H^4 O^5$.	831,071
Acide tartrique cristallisé.	$\overline{T} + \dot{H}$.	943,550
Acide paratartrique cristallisé.	$\overline{T} + 2\dot{H}$.	1056,029

Fusibles *** (2).

Acide butyrique dans les sels.	$C^8 H^{11} O^3$.	980,861
Acide butyrique hydraté.	*id.* $+ \dot{H}$.	1093,340
Acide caprique.	$C^{12} H^{19} O^3$.	1336,892

(1) Suivant M. Liebig, à qui l'on doit cette analyse, C^{17} est plus exact que C^{16} d'après l'expérience ; mais il adopte ce dernier nombre de préférence.

(2) Acides gras.

Acide caproïque.	$C^{18} H^{29} O^{3}$.	1858,458
Acide margarique.	$C^{35} H^{65} O^{3}$.	3384,067
Acide oléïque.	$C^{70} H^{117} O^{5}$.	6587,012
Acide stéarique.	$C^{70} H^{135} O^{5}$.	6599,333

Volatiles et neutres ****.

Alcool.	$C^{2} H^{6} O = \dot{H} + 2\, C H^{2}$.	290,494
Éther sulfurique.	$C^{4} H^{10} O = \dot{H} + 4\, C H^{2}$.	468,509
Éther acétique, (Liebig).	$C^{8} H^{16} O^{4} = \bar{A} +$ éther sq.	1112,060
Éther benzoïque, (Liebig).	$C^{18} H^{20} O^{4} = \bar{B}$ + ether sq.	1902,300
Éther hydriodique.	$C H^{3} I = I H + C H^{2}$.	884,997
Éther hydro-chlorique.	$C H^{3} Cl = Cl H + C H^{2}$.	316,572
Éther nitreux.	$N^{2} C^{4} H^{10} O^{4} = \ddot{N} + \dot{H} + 4\, H^{4} C$.	945,546
Éther oxalique.	$C^{6} H^{10} O^{4} = \bar{O} + \dot{H} + 4\, H^{2} C$.	921,566
Camphre d'anis.	$C^{10} H^{12} O$.	940,157
Camphre des laurinées.	$C^{10} H^{16} O$.	965,116
Camphre de menthe.	$C^{10} H^{20} O$.	990,075
Chloral.	$C^{9} Cl^{12} O^{4}$.	3744,652
Chlorure de benzoïle.	$C^{14} Cl^{2} H^{10} O^{2}$.	1776,440
Esprit pyro-acétique.	$C^{3} H^{6} O$.	367,022
Liqueur des Hollandais.	$C^{8} Cl^{8} H^{15}$.	2476,421

Composés quaternaires.

Neutres *.

Amygdaline.	$C^{17} H^{26} N O^{7}$.	2251,728
Asparagine cristallisée.	$C^{8} H^{20} N^{4} O^{7}$.	1791,090
Asparagine desséchée à 120°	$C^{8} H^{16} N^{4} O^{5}$.	1566,132
Benzamide.	$C^{14} H^{4} N^{2} O^{2}$.	1535,785
Caféine.	$C^{4} H^{5} N^{2} O$.	614,347
Oxamide.	$C^{2} H^{4} N^{2} O^{2}$.	555,051
Pipérin.	$C^{20} H^{24} N O^{4}$.	2168,833
Urée.	$C^{2} H^{8} N^{4} O^{2}$.	757,046

Acides * *.

Acide allantoïque.	$C^{5} H^{8} N^{4} O^{4}$.	1186,630
Acide ambréique.	$C^{21} H^{35} N^{3} O^{10}$.	3091,027
Acide aspartique dans les sels.	$C^{8} H^{12} N^{2} O^{6}$.	1464,137
Acide aspartique cristallisé.	$C^{8} H^{14} N^{2} O^{6}$.	1576,616
Acide cholestérique.	$C^{13} H^{20} N O^{6}$.	1808,178

Basiques * * * (1).

Aricine.	$C^{20} H^{24} N^{2} O^{3}$.	2157,351
Brucine.	$C^{32} H^{36} N^{2} O^{6}$.	3450,558
Cinchonine.	$C^{20} H^{22} N^{2} O$.	1944,871
Codéine desséchée.	$C^{31} H^{40} N^{2} O^{5}$.	3298,996
Codéine hydratée.	*Id.* $+ 2 \dot{H}$.	
Morphine.	$C^{34} H^{36} N^{2} O^{6}$.	3603,620
Narcotine, (Pelletier et Dumas.)	$C^{20} H^{21} N^{2} O^{4}$	
Narcotine, (Liebig).	$C^{34} H^{36} N O^{11}$.	
Quinine.	$C^{20} H^{24} N^{2} O^{2}$.	2057,351
Strychnine.	$C^{30} H^{32} N^{2} O^{3}$.	2972,547

(1) Ces corps sont nommés alcaloïdes.

CÉRIUM.

$Ce = 574,695$, $Ce^2 = 1149,390$.

Oxide de cérium.	O Ce.	674,695
Sesqui-oxide de cérium.	$O^3 Ce^2$.	1449,390

CHLORE.

Cl 221,325. =2 Cl = 442,650 = 3 Cl = 663,975
5 Cl = 1106,625.

Protoxide de chlore?	$O Cl^2$.	542,650
Acide chloreux *des chlorites?*	$O^3 Cl^2$.	742,650
Acide chloreux *gazeux*.	$O^2 Cl$.	421,325
Acide chlorique dans les sels.	$O^5 Cl^2$.	942,650
Acide chlorique oxigéné.	$O^7 Cl^2$.	1142,650
Chlorure de soufre.	Cl S.	422,490
Bi-chlorure de soufre.	Cl^2 S.	643,815
Chlorure de sélénium.	Cl Se.	715,906
Quadrichlorure de sélénium.	Cl^4 Se.	1379,880
Chlorure de phosphore.	Cl^3 P.	860,130
Perchlorure de phosphore.	Cl^5 P.	1302,780
Chlorure de silicium.	Cl^3 Si.	802,714
Acide hydrochlorique.	Cl H.	227.564
Acide hydrochlorique	× 2 (1).	455,128
Acide hydrochlorique	× 3.	682,692
Acide hydrochlorique	× 4.	910,256
Perchlorure d'iode.	Cl^5 I.	1896,375

(1) Il faut deux molécules d'acide hydrochlorique pour saturer une molécule de base contenant un atome d'oxigène.

Les chlorures qui correspondent aux oxides métalliques contiennent deux atomes de chlore pour 1 d'oxigène; ainsi, O Sn devient Cl^2 Sn, O^2 Sn devient Cl^4 Sn; mais O^3 Al^2 devient Cl^3 Al qu'il faut multiplier par 2, = 2 Cl^3 Al, pour qu'il soit équivalent de l'oxide.

CHROME.

Cr = 351,819. 2 Cr = 703,638.

Oxide chrôme.	O^3 Cr^2.	1003,638
Acide chrômique.	O^3 Cr.	651,819
Chlorure de chrôme.	Cl^6 Cr.	1679,769
Chrômate de potasse.	$\dddot{Cr}$ $\dot{K}$.	1141,735
Bi-chrômate de potasse.	$\dddot{Cr}^2$ $\dot{K}$.	1793,554
Chrômate de chlorure de potassium.	$\dddot{Cr}^2$ Cl^2 K.	2236,207

COBALT.

Co = 245,994 (1). 2 Co = 491,988. 3 Co = 737,982.

Oxide de cobalt.	Co^3 O^2.	937,982
Sesqui-oxide de cobalt.	Co O.	345,994
Acide cobaltique?	Co^3 O^4.	1137,982
Cobalt gris.	S^2 A^5 Co^3.	2080,396
Sulfate de cobalt.	$\dddot{S}^2$ O^2 Co^3 + 12 $\dot{H}$.	3290,066
Arséniate sesqui-cobaltique.	$\dddot{As}^3$ + 3 O^2 Co^3 + 36 $\dot{H}$.	8943,378

(1) Poids déduit du calorique spécifique du cobalt.

$Co = 368{,}991$ (1). $2\,Co = 737{,}982$.

Oxide de cobalt.	$O\ Co$.	468,991
Sesqui-oxide de cobalt.	$O^3\ Co^2$.	1037,982
Acide cobaltique?	$O^2\ Co$.	568,991
Cobalt gris.	$S\ As\ Co$.	1040,198
Sulfate de cobalt.	$\dddot{S}\,\dot{Co} + 6\,\dot{H}$.	1645,033
Arséniate sesqui-cobaltique.		
	$\overset{\cdots}{\ddot{As}} + 3\,\dot{Co} + 18\,\dot{H}$.	4471,689

COLOMBIUM OU TANTALE.

$Ta = 1153{,}715$. $2\,Ta = 2307{,}430$.

Oxide de colombium.	$O\ Ta$.	1253,715
Sesqui-oxide de colombium.	$O^3\ Ta^2$.	2607,430

CUIVRE.

$Cu = 395{,}695$. $2\,Cu = 791{,}390$.

Oxide rouge de cuivre.	$O\ Cu^2$.	891,390
Oxide noir de cuivre.	$O\ Cu$.	495,695
Per-oxide de cuivre.	$O^2\ Cu$.	595,695
Sulfure de cuivre prismatique.	$Cu^2\ S$.	992,555
Cuivre pyriteux.	$S^2\ Fe\ Cu$.	1137,138
Carbonate bleu de cuivre (naturel).		
	$\ddot{C}^2\ \dot{Cu}^3\ H$.	2152,620

(1) Poids adopté par MM. Berzélius et Dumas.

Carbonate vert (malachite).	$\ddot{C}\,\dot{Cu}^2\,\dot{H}$.	1380,397
Acétate de cuivre.	$\overline{A}\,\dot{Cu}\,\dot{H}$.	1251,726

ÉTAIN.

Sn = 735,294. 4 Sn = 2941,176.

Oxide d'étain.	O Sn.	835,294
Binoxide d'étain.	O^2 Sn.	935,294
Chlorure d'étain.	Cl^2 Sn.	1177,944
Bi-chlorure d'étain.	Cl^4 Sn.	1620,594
Or mussif.	S^2 Sn.	1137,624
Amalgame des glaces.	Sn^4 Hg.	4206,998

FER.

Fe = 339,205. 2 Fe = 678,410. 3 Fe = 1017,615.

Protoxide de fer (dans les sels).	O Fe.	439,205
Oxide de fer magnétique.	$O^4\,Fe^3 =$	
$\dddot{Fe} + \dot{Fe}$.		1417,615
Sesqui-oxide de fer (fer oligiste).	$O^3\,Fe^2$.	978,410
Pyrites cubique et prismatique.	S^2 Fe.	741,535
Pyrite magnétique.	$S^8\,Fe^7$.	3983,755
Protochlorure de fer.	Cl^2 Fe.	781,855
Sesqui-chlorure de fer.	Cl^3 Fe.	1003,180
Mispikel.	S As Fe.	1010,412
Carbonate de fer.	$\ddot{C}\,\dot{Fe}$.	715,733
Sulfate de fer.	$\dddot{S}\,\dot{Fe}.\ 7\,\dot{H}$.	1727,827

FLUOR.

F = 116,900. 2 F = 233,800. 3 F = 350,700

Acide hydrofluorique.	F H.	123,139
Acide hydrofluorique	× 2.	246,278
Acide hydrofluorique	× 3.	369,417
Fluorure de silicium.	F^3 Si.	489,356

Fluorures correspondans aux monoxides $F^2 \Delta$.

Les équivalens s'établissent comme s'il s'agissait du chlore.

GLUCYNIUM.

G ou Be = 331,261. 2 Be = 662,522.

Glucyne.	O^3 Be^2.	962,522
Chlorure de glucynium.	Cl Be.	995,236

HYDROGÈNE.

H = 6,2398.	2 H = 12,4796.	3 H = 18,7194.
4 H = 24,9592.	5 H = 31,1990.	6 H = 37,4388.
7 H = 43,6786.	8 H = 49,9184.	9 H = 56,1582.

Eau.	O H^2 = Ḣ = Aq.	112,4796
Eau.	× 2.	224,9592
Eau.	× 3.	337,4338
Eau.	× 4.	449,8184
Eau.	× 5.	562,3980
Eau.	× 6.	674,8776
Eau.	× 7.	787,3572
Eau.	× 8.	899,8368
Eau.	× 9.	1012,2164

Binoxide d'hydrogène.	O H = H.	106,2398
Hydrogène protophosphoré.	$P H^3$.	
Hydrogène sesqui-phosphoré.	$P H^2$.	

Hydracides. FH, Cl H, Br H, I H. $S H^2$, Se H^2. N C H.

IODE.

I = 789.750, 2 I = 1579,500. 3 I = 2369,250.

Acide iodique.	$O^5 I^2$.	2079,500
Acide hydriodique.	I H.	795,939
Acide hydriodique	× 2.	1591,878
Iodates.	$\ddot{\dot{I}}$ Δ.	

Iodures. I^2 Δ, comme les chlorures. *Voyez* Chlore.

IRIDIUM.

Ir = 1233,499. 2 Ir = 2466,998.

Oxide d'iridium.	O Ir.	1333,499
Sesqui-oxide d'iridium.	$O^3 Ir^2$.	2766,998
Binoxide d'iridium.	O^2 Ir.	1433,499
Tritoxide d'iridium.	O^3 Ir.	1533,499

LITHIUM.

L = 80,375.

Oxide de lithium ou lithine.	O L.	180,375

MAGNÉSIUM.

Ma ou Mg = 158,352. 4 Ma = 633,408.

Oxide de magnésium ou magnésie.	O Ma.	258,352
Chlorure de magnésium.	Cl^2 Ma.	601,002
Carbonate de magnésie, neutre.	$\ddot{C}$ $\dot{M}a$ 3 $\dot{H}$.	872,318
Bi-carbonate, (Soubeiran).	$\ddot{C}^2$ $\dot{M}a$.	811,408
Carbonate basique, officinal.	$\ddot{C}^3$ $\dot{M}a^4$ $\dot{H}$.	1575,471
Sulfate de magnésie, cristallisé.	$\dddot{S}$ $\dot{M}a$ 5 $\dot{H}$.	1321,915
Dolomie.	$\ddot{C}^2$ $\dot{C}a$ $\dot{M}a$.	
Talc.	2 $\dddot{S}i$ $\dot{M}a$ + $\dot{H}$.	
Boracite.	$\dddot{B}^4$ $\dot{M}a^3$.	
Spinelle.	$\ddot{A}l^2$ $\dot{M}a$.	

MANGANÈSE.

Mn = 345,887. 2 Mn 691,774. 3 Mn 1037,661.

Oxide de manganèse.	O Mn.	445,887
Oxide rouge de manganèse.	O^4 Mn^3.	1437,661
Sesqui-oxide.	O^3 Mn^2.	991,774
Binoxide ou peroxide de manganèse.	O^2 Mn.	545,887
Acide vert du manganèse.	O^3 Mn.	645,887
Acide rouge du manganèse.	O^7 Mn^2.	1391,774
Manganèse rose.	$\ddot{C}$ $\dot{M}n$.	722,415

MERCURE.

$Hg = 1265,823$. $2\,Hg = 2531,646$. $3\,Hg = 3797,469$.

Protoxide de mercure (dans les sels).	$O\,Hg^2$.	2631,646
Binoxide de mercure.	$O\,Hg$.	1365,823
Sulfure rouge de mercure (cinabre).	$S\,Hg$.	1466,988
Protochlorure de mercure (mercure doux).	$Cl\,Hg$.	1487,148
Bi-chlorure de mercure (sublimé corrosif.)	$Cl^2\,Hg$.	1708.473
Iodure vert de mercure.	$I\,Hg$.	2055,573
Iodure jaune de mercure.	$I^3\,Hg^2$.	4900,896
Iodure rouge de mercure.	$I^2\,Hg$.	2845,323
Chloro-sulfure de mercure préparé en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une solution de bi-chlorure de mercure.	$Cl^2\,S^2\,Hg^3$.	4642,449
Cyanure de mercure.	$2\,N\,C + Hg$.	1595,733
Mercure argental.	$Hg^2\,Ag$.	3883,253
Sulfate de protoxide de mercure.	$\dddot{S}\,\overline{Hg}$.	3132,646
Sulfate de binoxide de mercure.	$\dddot{S}\,\dot{Hg}$.	1866,988
Sous-sulfate de binoxide de mercure, (turbith minéral).	$\dddot{S}\,\dot{Hg}^3$.	4598,634
Nitrate de protoxide de mercure.	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}\,\dot{Hg}$.	3308,682
Nitrate de binoxide de mercure.	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}\,\dot{Hg}$.	2042,859

Acétate de protoxide de mercure.	$A\,\dot{Hg}$.	3275,196
Acétate de binoxide de mercure.	$A\,\dot{Hg}$.	2009,370

Chlorohydrargyrate de potassium.

$Cl^2\,Hg + Cl^2\,K + 2\,\dot{H}$.

Bi-chlorohydrargyrate de potassium.

$2\,Cl^2\,Hg + Cl^2\,K + 4\,\dot{H}$.

Quadri-chlorohydrargyrate de potassium.

$4\,Cl^2\,Hg + Cl^2\,K + 8\,\dot{H}$.

Bi-chlorohydrargyrate de sodium. $2\,Cl^2\,Hg + Cl^2\,Na + 8\,\dot{H}$.

Oxichlorure de mercure (1). $3\,O\,Hg + Cl^2\,Hg$.

Muriate ammoniaco-mercuriel, soluble.

$Cl^2\,Hg + 8\,Cl\,H,\,N\,H^3$.

Muriate ammoniaco-mercuriel insoluble.

$Cl^2\,Hg + 6\,\dot{Hg} + 3\,N\,H^3$.

MOLYBDÈNE.

$Mo = 598{,}520$.

Oxide de molybdène.	$O\,Mo$.	698,520
Binoxide de molybdène.	$O^2\,Mo$.	798,520
Acide molybdique.	$O^3\,Mo$.	898,520
Sulfure de molybdène (naturel).	$S^2\,Mo$.	1000,850
Molybdates.	$\ddot{Mo}\,\dot{A}$.	

(1) Il se forme dans l'eau phagédénique. (Soubeiran).

NICKEL.

$Ni = 369{,}675.\ 2\ Ni = 739{,}350.$

Oxide de nickel.	O N.	469,675
Sesqui-oxide de nickel.	$O^3\ Ni^2$.	1039,350
Sulfure naturel.	S Ni.	570,840
Sulfate de nickel.	$\ddot{S}\ \dot{Ni},\ 7\ \dot{H}$.	1758,197

OR.

$Au = 1243{,}013.\ 2\ Au = 2486{,}026.$

Oxide d'or.	$O\ Au^2$.	2586,026
Trinoxide d'or.	$O^3\ Au^2$.	2786,026
Chlorure d'or.	$Cl^3\ Au$.	1906,988
Chlorure d'or et de sodium.	$Cl^3\ Au + Cl^2\ N + 4\ \dot{H}$.	3090,353

OSMIUM.

$Os = 1244{,}487.\ 2\ Os = 2488{,}974.$

Combinaisons de l'oxigène et de l'osmium :

$O\ Os,\ O^3\ Os^2,\ O^2\ Os,\ O^3\ O,\ O^4\ Os.$

OXIGÈNE.

O ou • = 100.

Formules des composés binaires d'oxigène.

Aluminium. $\dddot{\cancel{\mathrm{Al}}}$.

Antimoine. $\dddot{\cancel{\mathrm{Sb}}}$ $\ddot{\mathrm{Sb}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\dddot{\cancel{\mathrm{Sb}}}}$.

Argent. $\dot{\mathrm{Ag}}$.

Arsenic. $\dddot{\cancel{\mathrm{As}}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\dddot{\cancel{\mathrm{As}}}}$.

Azote. $\dot{\cancel{\mathrm{N}}}$ $\dot{\mathrm{N}}$ $\dddot{\cancel{\mathrm{N}}}$ $\ddot{\mathrm{N}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\dddot{\cancel{\mathrm{N}}}}$.

Baryum. $\dot{\mathrm{Ba}}$ $\ddot{\mathrm{Ba}}$.

Bismuth. $\dddot{\cancel{\mathrm{Bi}}}$.

Bore. $\dddot{\cancel{\mathrm{B}}}$.

Brôme. $\overset{\cdot\cdot}{\dddot{\cancel{\mathrm{Br}}}}$.

Cadmium. $\dot{\mathrm{Cd}}$.

Calcium. $\dot{\mathrm{Ca}}$ $\ddot{\mathrm{Ca}}$.

Carbone. $\overset{\cdot\,\cdot\cdot\,\cdot}{\cancel{\mathrm{C}}\cancel{\mathrm{C}}}$ $\dot{\mathrm{C}}$ $\dddot{\cancel{\mathrm{C}}}$ $\ddot{\mathrm{C}}$ $\underset{5}{\ddddot{\mathrm{C}}}$.

Cérium. $\dot{\mathrm{Ce}}$ $\dddot{\cancel{\mathrm{Ce}}}$.

Chlore. $\dot{\cancel{\mathrm{Cl}}}$ $\ddddot{\mathrm{Cl}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\dddot{\cancel{\mathrm{Cl}}}}$ $\overset{\cdots}{\ddddot{\cancel{\mathrm{Cl}}}}$.

Chrôme. $\dddot{\cancel{\mathrm{Cr}}}$ $\dddot{\mathrm{Cr}}$.

Cobalt. $\underset{3}{\ddot{\mathrm{Co}}}$ $\dot{\mathrm{Co}}$ $\underset{3}{\overset{\cdot\cdot}{\dddot{\mathrm{Co}}}}$.

Colombium. $\dot{\mathrm{Ta}}$ $\dddot{\cancel{\mathrm{Ta}}}$.

Cuivre. $\dot{\cancel{\mathrm{Cu}}}$ $\dot{\mathrm{Cu}}$ $\ddot{\mathrm{Cu}}$.

Étain. $\dot{\mathrm{Sn}}$ $\ddot{\mathrm{Sn}}$.

Fer. $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\underset{3}{\ddddot{\mathrm{Fe}}}$, $\dddot{\cancel{\mathrm{Fe}}}$.

Glucynium. $\dddot{\cancel{\mathrm{Be}}}$.

Hydrogène. $\dot{\cancel{\mathrm{H}}}$ $\dot{\mathrm{H}}$.

Iode. $\overset{\cdot\cdot}{\dddot{\cancel{\mathrm{I}}}}$ $\overset{\cdots}{\ddddot{\cancel{\mathrm{I}}}}$.

Iridium. $\dot{\mathrm{Ir}}$, $\dddot{\cancel{\mathrm{Ir}}}$, $\ddot{\mathrm{Ir}}$, $\dddot{\mathrm{Ir}}$.

Lithium. $\dot{\mathrm{L}}$.

Magnésium. $\dot{\mathrm{Ma}}$.

Manganèse. $\dot{\mathrm{Mn}}$, $\underset{3}{\ddddot{\mathrm{Mn}}}$, $\dddot{\cancel{\mathrm{Mn}}}$,

$\ddot{\mathrm{Mn}}$, $\dddot{\mathrm{Mn}}$, $\overset{\cdots}{\ddddot{\cancel{\mathrm{Mn}}}}$.

Mercure. $\dot{\cancel{\mathrm{Hg}}}$ $\dot{\mathrm{Hg}}$.

Molybdène. $\dot{\mathrm{Mo}}$, $\ddot{\mathrm{Mo}}$, $\dddot{\mathrm{Mo}}$.

Nikel. $\dot{\mathrm{Ni}}$.

Or. $\dot{\mathrm{Au}}$, $\dddot{\cancel{\mathrm{Au}}}$.

Osmium. $\dot{\mathrm{Os}}$, $\dddot{\cancel{\mathrm{Os}}}$, $\ddot{\mathrm{Os}}$, $\dddot{\mathrm{Os}}$,

$\ddddot{\mathrm{Os}}$.

Palladium. $\dot{\mathrm{Pa}}$, $\ddot{\mathrm{Pa}}$.

Phosphore. $\mathrm{P}\dot{\mathrm{P}}\mathrm{P}$ ou $\underset{3}{\dot{\mathrm{P}}}$, $\underset{4}{\dddot{\mathrm{P}}}$,

$\dddot{\cancel{\mathrm{P}}}$ $\underset{6}{\overset{13}{\mathrm{P}}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\dddot{\cancel{\mathrm{P}}}}$.

Platine. $\dot{\mathrm{Pt}}$ $\ddot{\mathrm{Pt}}$.

Plomb. $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dddot{\cancel{\mathrm{Pb}}}$, $\underset{3}{\ddddot{\mathrm{Pb}}}$ $\ddot{\mathrm{Pb}}$.

Potassium. $\dot{K}$ $\dddot{K}$.
Rhodium. $\dddot{R}$.
Sélénium. $\ddot{Se}$ $\dddot{Se}$.
Silicium. $\dddot{\bar{S}}i$.
Sodium. $\dot{Na}$ $\dddot{\bar{N}}a$.
Soufre. $\dot{S}$ $\ddot{S}$ $\dddot{\bar{S}}$ $\dddot{S}$.
Strontium. $\dot{Sr}$ Sr.
Tellure. $\dot{Te}$ $\dddot{\bar{T}}$.
Thorinium. $\dot{Th}$.
Titane. $\ddot{Ti}$.
Tungstène. $\ddot{W}$ $\dddot{W}$.
Urane. $\dot{U}$ $\dddot{\bar{U}}$.
Vanadium. $\dot{V}$ $\ddot{V}$ $\dddot{V}$.
Yttrium. $\dot{Y}$.
Zinc. $\dot{Zn}$.
Zirconium. $\dddot{\bar{Z}}r$.

PALLADIUM.

$$Pa = 665,899.$$

Oxide de palladium.	O Pa.	765,899
Binoxide de palladium.	O^2 Pa.	865,899

PHOSPHORE.

Poids adopté par M. Berzélius.

P = 196,155. 2 P = 392,310. 3 P. = 588,465. 4 P. = 784,620. 6. P = 1176,930.

Oxide de phosphore.	O P^3.	688,465
Acide hypo-phosphoreux.	O^3 P^4.	1084,620
Acide phosphoreux.	O^3 P^2.	692,310
Acide hypo-phosphorique.	O^5 P^4, ou $O^5 P^2 + O^3 P^2$ (Thenard).	1584,620
Acide hypo-phosphorique.	O^{13} P^6, ou 2 $O^5 P^2 + O^3 P^2$ (Dumas).	2476,930

Acide phosphorique.	$O^5 P^2$.	892,310
Acide phosphorique, hydraté, calciné.		
	$\dddot{P}^2\ 2\dot{H}$.	1117,269 (1)
Hydrate de phosphore.	$P^4 \dot{H}$.	897,099

Poids atomique du phosphore déduit de la densité de la vapeur de cet élément.

P = 392,310. 2 P = 784,620. 3 P = 1176,930.

Oxide de phosphore.	$O^2 P^3$.	1376,930
Acide hypo-phosphoreux.	$O^3 P^2$.	1084,620
Acide phosphoreux.	$O^3 P$.	692,310
Acide phosphorique.	$O^5 P$.	892,310
Hydrate de phosphore.	$P^2 \dot{H}$.	897,099

Voyez Calcium, Chlore et Hydrogène.

Les acides hypo-phosphoreux, phosphoreux et phosphorique, pour la même quantité de phosphore, contiennent des quantités d'oxigène qui sont entre elles, comme 3, 6 et 10. Un atome de chacun de ces acides sature une quantité de base renfermant deux atomes d'oxigène.

L'acide hypo-phosphorique, en s'unissant aux bases, se partagerait en $\dddot{P} + \ddot{P}$, selon M. Thenard, et en $\ddot{P}^2 + \dddot{P}$, selon M. Dumas.

(1) Cette composition a été calculée sur l'analyse de M. Dulong.

PLATINE.

$Pt = 1233{,}499.$

Oxide de platine.	$O\ Pt.$	1333,499
Binoxide de platine.	$O^2\ Pt.$	1433,499
Chlorure de platine.	$Cl^4\ Pt.$	2118,799
Chlorure de platine et de potassium. $Cl^4\ Pt.$	$+ Cl^2\ K = Cl^6\ Pt\ K.$	

PLOMB.

$Pb = 1294{,}498.\ 2\ Pb = 2588{,}996.$

Oxide de plomb.	$O\ Pb.$	1394,498
Minium. $O^3\ Pb^2 = O^2\ Pb,$	$O\ Pb.$	2888,996
Minium. $O^4\ Pb^3 = O^2\ Pb,\ 2$	$O\ Pb.$	4283,494
Oxide puce de plomb.	$O^2\ Pb.$	1494,498
Sulfure de plomb cubique (galène).	$S\ Pb.$	1495,663
Iodure de plomb.	$I^2\ Pb.$	2873,998
Carbonate de plomb.	$\ddot{C}\ \dot{Pb}.$	1671,826
Sulfate de plomb.	$\dddot{S}\ \dot{Pb}.$	1895,665
Nitrate de plomb.	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}\ \dot{Pb}.$	2071,534
Chrômate de plomb.	$\dddot{Cr}\ \dot{Pb}.$	2046,317
Acétate de plomb.	$\bar{A}\ \dot{Pb}.$	1937,684
Oxalate de plomb.	$\dddot{\bar{C}}\ \dot{Pb}.$	1847,554

POTASSIUM.

K = 489,916. 2 K = 979,832. 3 = 1469,748.

Oxide de potassium, potasse.	O K.	589,916
Hydrate de potasse.	$O K + O H^2$.	702,395
Peroxide de potassium.	O^3 K.	789,916
Sulfure de potassium préparé en décomposant le sulfate de potasse par l'hydrogène ou le charbon.	S K.	691,081
Sulfure préparé en traitant un excès de carbonate de potasse par le soufre, à une température rouge.	S^2 K.	892,246
Sulfure préparé avec les mêmes proportions de carbonate et de soufre, mais au dessous de la température rouge.	S^3 K.	1093,411
Sulfure obtenu en décomposant le sulfate de potasse, chauffé dans un tube de porcelaine, par l'acide hydro-sulfurique.	$S^7 K^2$.	2877,903
Sulfure préparé de la même manière, en remplaçant l'acide hydro-sulfurique par la vapeur de sulfure de carbone.	S^4 K.	1294,576
Sulfure préparé en chauffant le quadri-sulfure avec du soufre en excès dans un courant d'azote.	$S^5 K^2$.	2790,317

Sulfure obtenu par le carbonate de potasse en excès à une température élevée.	$S^5 K$.	1495,741
Sulfure obtenu par voie humide en traitant la potasse par un excès de soufre.	$S K\infty$.	
Chlorure de potassium.	$Cl^2 K$.	932,566
Brômure de potassium.	$Br^2 K$.	1458,216
Iodure de potassium.	$I K$.	2069,416
Azoture de potassium.	$Az^2 K^3$.	1646,784
Carbonate de potasse sec.	$\ddot{C} \dot{K}$.	866,444
Bi-carbonate de potasse cristallisé.	$\ddot{C}^2 \dot{K}, \dot{H}$.	1255,451
Sulfate de potasse.	$\dddot{S} \dot{K}$.	991,081
Nitrate de potasse.	$\dddot{\ddot{N}} \dot{K}$.	1166,952
Chlorate de potasse.	$\dddot{\ddot{Cl}}^2 \dot{K}$.	1432,566
Binarséniate de potasse.	$\ddot{\ddot{As}} \dot{K}$.	1930,004
Chrômate de potasse.	$\dddot{Cr} \dot{K}$.	1141,735
Bi-chrômate de potasse.	$\dddot{Cr}^2 \dot{K}$.	1793,554
Acétate de potasse.	$\bar{A} \dot{K}$.	1133,102
Oxalate de potasse.	$\dddot{G} \dot{K}$.	942,972
Binoxalate cristallisé.	$\dddot{G}^2 \dot{K}, \dot{H}$.	1508,507
Quadroxalate cristallisé.	$\dddot{G}^4 \dot{K} \dot{H}^3$.	2639,578

Tartrate de potasse.	$\bar{T}\,\dot{K}$.	1320,937
Bi-tartrate de potasse cristallisé.	$\bar{T}^2\dot{K},\dot{H}$.	2364,537
Tartrate de potasse et de soude.	$\bar{T}^2\,\dot{K}\,\dot{Na}$.	

RHODIUM.

$$R = 651,387. \quad R^2 = 1302,774.$$

Oxide de rhodium.	$O^3\,R^2$.	1602,774
Oxide de rhodium hydraté.	$\dddot{R}\,\dot{H}$.	1715,253
Chlorure de rhodium.	$Cl^3\,R$.	1315,362
Chlorure de rhodium et de potassium.	$Cl^5\,R\,K$.	2247,928

SÉLÉNIUM.

$$Se = 494,581.$$

Acide sélénieux.	$O^2\,Se$.	694,581
Acide sélénique dans les sels (1).	$O^3\,Se$.	794,581
Chlorure de sélénium.	$Cl^4\,Se$.	1379,891

Séléniates. $\dddot{Se}\,\dot{\Delta}$. Sélénites. $\ddot{Se}\,\dot{\Delta}$.

(1) On ne peut l'obtenir sans qu'il contienne de l'eau.

SILICIUM.

Si = 138,656. 2 Si = 277,312.

Oxide de silicium, acide silicique, silice, quarz.	$O^3\ Si^2$.	577,312
Fluorure de silicium.	$F^3\ Si$.	189,356
Chlorure de silicium.	$Cl^3\ Si$.	802,631
Silicate neutre.	$\dddot{Si}\ \dot{\Delta}^3$?	

SODIUM.

Na 290,897. Na^2 581,794.

Oxide de sodium.	$O\ Na$.	390,897
Sesqui-oxide de sodium.	$O^3\ Na^2$.	881,794
Chlorure de sodium.	$Cl^2\ Na$.	733,547
Azoture de sodium.	$N^2\ Na^3$.	1049,727
Carbonate de soude sec.	$\ddot{C}\ \dot{Na}$.	667,425
Carbonate de soude hydraté, en octaèdre rhomboïdal.	$\ddot{C}\ \dot{Na},\ 10\ \dot{H}$.	1792,221
Borate de soude prismatique.	$\dddot{B}^2\ \dot{Na},\ 10\ \dot{H}$.	2388,101
Borate de soude octaédrique.	$\dddot{B}^2\ \dot{Na},\ 5\ \dot{H}$.	1825,703
Phosphate de soude.	$\dddot{P}\ \dot{Na}^2,\ 24\ \dot{H}$.	4373,514
Sulfate de soude anhydre, thénardite.	$\dddot{S}\ \dot{Na}$.	892,062
Sulfate de soude cristallisé.	$\dddot{S}\ \dot{Na} \times 10\ \dot{H}$.	2016,858
Acétate de soude cristallisé.	$\bar{A}^2\ \dot{Na}^2,\ \dot{H}$.	2180,145

SOUFRE.

S = 201,165.	2 S = 402,330.	3 S = 603,495.
4 S = 804,660.	5 S = 1005,825.	6 S = 1206,990.
7 S = 1408.155.	8 S = 1609,320.	[illegible] = 1810,485.

Acide hypo-sulfureux.	O S.	301,165
Acide sulfureux.	O^2 S.	401,165
Acide hypo-sulfurique.	$O^5 S^2$.	902,330
Acide sulfurique anhydre.	O^3 S.	501,165
Acide sulfurique hydraté à 66°.	$\ddot{S}\,\dot{H}$.	613,644
Acide sulfurique hydraté, cristallisé.	$\dddot{S}\,\dot{H}^2$.	726,123
Hypo-sulfites.	$\dot{S}^2\,\dot{\Delta}$.	
Sulfites.	$\ddot{S}\,\dot{\Delta}$.	
Hypo-sulfates.	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{S}\,\dot{\Delta}$.	
Sulfates.	$\dddot{S}\,\dot{\Delta}$.	

STRONTIUM.

Sr = 587,285.

Oxide de strontium.	O Sr.	687,285
Binoxide de strontium.	O^2 Sr.	787,285
Chlorure de strontium sec.	Cl^2 Sr.	1029,935
Chlorure de strontium hydraté.	Cl^2 Sr, $\dot{H}^6$.	1704,812
Carbonate de strontiane.	$\ddot{C}\,\dot{Sr}$.	963,813

Sulfate de strontiane.	$\dddot{S}\ \dot{Sr}$.	1188,450
Nitrate de strontiane.	$\dddot{N}\ \dot{Sr}$.	1364,321

TELLURE.

Te = 401,060. 2 Te = 802,120.

Acide tellureux.	O Te.	501,060
Acide tellurique.	$O^3\ Te^2$.	1102,120
Hydrogène telluré.	Te H.	407,299

THORIUM.

Th = 844,9.

Oxide de thorium ou thorine.	O Th.	944,9
Sulfate d'oxides de potassium et de thorium.	$\dddot{S}^2\ \dot{Th}\ \dot{K}$.	2937,14

TITANE.

Ti = 303,662.

Acide titanique.	O^2 Ti.	503,662
Chlorure de titane.	Cl^4 Ti.	1188,962

TUNGSTÈNE ou WOLFRAM.

W = 1183,00.

Oxide de tungstène.	O^2 W.	1383,00
Acide tungstique.	O^3 W.	1483,00

URANE.

$U = 2711,358. \quad 2\,U = 5422,716.$

Oxide d'urane.	$O\ U.$	2811,358
Sesqui-oxide d'urane.	$O^3\ U^2.$	8422,716

VANADIUM.

$V = 855,840.$

Oxide de vanadium.	$O\ V.$	955,840
Binoxide de vanadium.	$O^2\ V.$	1055,840
Acide vanadique.	$O^3\ V.$	1155,840

YTTRIUM.

$Y = 948,609.$

Oxide d'yttrium ou yttria.	$O\ Y.$	1048,609

ZINC.

$Zn = 403,226.$

Oxide de zinc.	$O\ Zn.$	503,226
Carbonate de zinc.	$\ddot{C}\ \dot{Z}n.$	779,754
Sulfate de zinc sec.	$\dddot{S}\ \dot{Z}n.$	1004,391
Sulfate de zinc cristallisé.	$\dddot{S}\ \dot{Z}n,\ 5\ \dot{H}.$	1672,789

ZIRCONIUM.

$Zr = 420,125. \quad 2\ Zr = 840,250.$

Oxide de zirconium ou zircône.	$O^3\ Zr^2.$	1140,250

A la suite de cette table, j'ai cru devoir rassembler quelques formules qui serviront pour démontrer l'utilité des signes employés par les chimistes, et pour exercer sur les équations.

Préparation de l'iodure d'azote.

Lorsqu'on fait agir l'iode sur l'ammoniaque liquide, les produits qui se forment sont de l'hydriodate d'ammoniaque et de l'iodure d'azote.

Les formules de ces corps sont pour

L'ammoniaque	$N\ H^3$.
L'hydriodate d'ammoniaque	$I\ H + N\ H^3$
L'iodure d'azote	$I^3\ N$

Une molécule d'ammoniaque, en cédant un atome d'azote à l'iode, doit aussi lui abandonner 3 atomes d'hydrogène qui concourent à former 3 molécules d'acide hydriodique qui doivent s'unir à 3 autres molécules d'ammoniaque. Il faut donc mettre en présence 4 molécules d'ammoniaque et 6 atomes d'iode, qui donnent l'équation suivante :

$$\underset{\text{Ammoniaque.}}{4\ N\ H^3} + \underset{\text{Iode.}}{6\ I} = \underset{\text{Hydriodate d'ammoniaque.}}{3\ (N\ H^3 + I\ H)} + \underset{\text{Iodure d'azote.}}{I^3\ N}.$$

Préparation du protoxide de chlore.

Le chlorate de potasse $O^5\ Cl^2$, OK, traité par l'acide hydrochlorique $Cl\ H$, donne pour produits: du chlorure de potassium $Cl^2\ K$, de l'eau $O\ H^2$ et du protoxide de chlore $O\ Cl^2$.

Le chlorate de potasse contient justement ce qu'il faut pour faire du chlorure de potassium, le reste = 6 atomes d'oxigène qui doivent s'emparer de 6 atomes d'hydrogène pour former 3 molécules d'eau, et de 6 atomes de chlore pour former 3 molécules de protoxide de chlore; il faut donc employer 6 molécules d'acide hydrochlorique, et l'on a :

$$\underset{\text{Chlorate de potasse.}}{O^5\ Cl^2,\ OK} + \underset{\text{Acide hydrochlorique.}}{6\ Cl\ H} = \underset{\text{Chlorure de potassium.}}{Cl^2\ K} + \underset{\text{Eau.}}{3\ O\ H^2} + \underset{\text{Oxide de chlore.}}{3\ O\ Cl^2}.$$

Préparation du deutoxide de chlore.

En traitant le chlorate de potasse $O^5 Cl^2$, OK par l'acide sulfurique $O^3 S$, pour obtenir le deutoxide de chlore $O^4 Cl$, on obtient en même temps de l'hepta-chlorate de potasse $O^7 Cl^2$, OK, et du sulfate de la même base $O^3 S$, OK.

Une molécule d'hepta-chlorate peut se former en empruntant 2 atomes d'oxigène à une molécule de chlorate qui abandonne la potasse qu'elle contient à l'acide sulfurique, et il ne reste plus que $Cl^2 O^3$ qui passe à l'état de deutoxide de chlore en s'emparant d'un atome d'oxigène; pour cela il décompose une seconde molécule de chlorate de potasse $O^5 Cl^2 + OK$, qui se partage en potasse, qui s'unit à une deuxième molécule d'acide sulfurique, et en $O^5 Cl^2$, $+ O^3 Cl^2$, de l'autre part, $= O^8 Cl^4 =$ deutoxide de chlore. On a alors cette équation :

Chlorate de potasse.		Acide sulfurique.		Hepta-chlorate de potasse.		Sulfate de potasse.		Deutoxide de chlore.
$3\,O^5 Cl^2, OK$	$+$	$2\,O^3 S$	$=$	$O^7 Cl^2, OK$	$+$	$2\,O^3 S, OK$	$+$	$4\,O^4 Cl.$

Décomposition de l'acétate de baryte anhydre, formation de carbonate de cette base et d'esprit pyro-acétique.

Acétate de baryte.		Carbonate de baryte.		Esprit pyro-acétique.
$C^4 H^6 O^3 + OBa$	$=$	$O^2 C, OBa$	$+$	$C^3 H^6 O.$

M. Pelouze a démontré par expérience que les transformations suivantes pouvaient avoir lieu :

	Acide hydrocyanique.		Eau.		Formiate d'ammoniaque.
1°	$2\,C N H$	$+$	$3\,O H^2$	$=$	$C^2 H^2 O^3 + 2\,H^3 N.$

	Acide hydrocyanique.		Eau.		Acide hydrochlorique.		Hydrochlorate d'ammoniaque.		Acide formique.
2°	$2\,C N H$	$+$	$3\,O H^2$	$+$	$2\,Cl H$	$=$	$2\,(Cl H, N H^3)$	$+$	$C^2 H^2 O^3.$

	Cyanure de mercure		Acide hydrochlorique.		Eau.		Sel alembroth.
4°	$2\,(C N) + Hg$	$+$	$4\,Cl H$	$+$	$3\,H^2 O$	$=$	$2\,Cl H, H^3 N + Cl^2 Hg$
							Acide formique. $+ C^2 H^2 O^3.$

	Cyanure de potassium.		Eau.		Ammoniaque.		Formiate de potasse.
5°	$2\,(C N) + K$	$+$	$4\,H^2 O$	$=$	$2\,H^3 N$	$+$	$C^2 H^2 O^3, OK.$

On savait déjà que,

Cyanure de mercure.		Acide hydro-chlorique.		Chlorure de mercure.		Acide hydro-cyanique.
$2\,(C\,N) + Hg$	$+$	$2\,Cl\,H$	donnaient	$Cl^2\,Hg$	$+$	$2\,C\,H\,N$.

Ces équations prouvent jusqu'à l'évidence que les produits peuvent varier suivant les quantités de matières que l'on met en présence.

Il résulte des belles recherches de MM. Liebig et Wöhler sur l'huile volatile d'amandes amères,

Que cette substance peut être représentée par $C^{14}\,H^{12}\,O^2$

Qu'en absorbant 2 atomes d'oxigène, elle se transforme en acide benzoïque $C^{14}\,H^{12}\,O^4$

Que cet acide, en se combinant à l'argent, perd les élémens d'une molécule d'eau, et devient $C^{14}\,H^{10}\,O^3$

Que l'huile volatile d'amandes amères, traitée par le chlore, perd 2 atomes d'hydrogène et se combine à 2 atomes de chlore pour former le chlorure de benzoyle. $C^{14}\,H^{10}\,O^2\,Cl^2$

Que le chlorure de benzoyle, traité par le gaz ammoniac, donne naissance à un produit azoté, la benzamide. $C^{14}\,H^{14}\,N^2\,O^2$

Cela peut s'exprimer ainsi :

Chlorure de benzoyle.		Gaz ammoniaque.		Hydrochlorate d'ammoniaque.		Benzamide.
$C^{14}\,H^{10}\,O^2\,Cl^2$	$+$	$4\,H^3\,N$	$=$	$2\,Cl\,H,\,H^3\,N$	$+$	$C^{14}\,H^{14}\,N^2\,O^2$.

La benzamide, plus 1 molécule d'eau, donne 1 molécule de benzoate d'ammoniaque *anhydre*.

Benzamide.		Eau.		Benzoate d'ammoniaque.		
$C^{14}\,H^{14}\,N^2\,O^2$	$+$	$H^2\,O$	$=$	$C^{14}\,H^{10}\,O^3$	$+$	$H^6\,N^2$.

Le chlorure de benzoyle, mis en contact avec l'alcool, se transforme en éther benzoïque $=$ $C^{18}\,H^{20}\,O^4$

V. p. 79 pour savoir ce que signifie le mot benzoyle.

Sur l'acide citrique et les citrates.

S'il est quelque fait d'un ordre chimique qui permette de douter de l'union directe des acides et des bases, c'est bien la composition de l'a-

-cide citrique et des sels qu'il concourt à former. En effet, cet acide contenant un nombre égal d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxigène, il est assez difficile de dire combien il en faut pour former sa molécule intégrante, lorsqu'on la détermine par la capacité de saturation. Dans le paragraphe XVIII, lettre C, on a justement pris cet acide pour exemple, parce que sa composition est excessivement simple; mais si l'on suppose que la molécule $C^4 H^4 O^4$ soit *bien déterminée*, on va voir ce qui devra en résulter : il paraît possible qu'il se forme un sel *bi-basique*, un sel *sesqui-basique*, un sel *trois-quarts*, un *sel neutre*, un *sesqui-sel*, un *bi-sel* :

Sel bi-basique.	$C^4 H^4 O^4 + 2 O \Delta$
Sel sesqui-basique.	$2 C^4 H^4 O^4 + 3 O \Delta$
Sel trois-quarts	$3 C^4 H^4 O^4 + 4 O \Delta$
Sel neutre.	$C^4 H^4 O^4 + O \Delta$
Ses-quisel.	$3 C^4 H^4 O^4 + 2 O \Delta$
Bi-sel.	$2 C^4 H^4 O^4 + O \Delta$

Ces différentes combinaisons, exprimées le plus simplement possible, deviennent :

Sel bi-basique.	$C^2 H^2 O^2 + O \Delta$
Sel sesqui-basique.	$C^8 H^8 O^8 + 3 O \Delta$
Sel trois-quarts.	$C^3 H^3 O^3 + O \Delta$
Sel neutre.	$C^4 H^4 O^4 + O \Delta$
Sesqui-sel.	$C^6 H^6 O^6 + O \Delta$
Bi-sel.	$C^8 H^8 O^8 + O \Delta$

Quelle formule choisir pour déterminer la molécule intégrante?

CONCLUSIONS.

Nous avons, dans la première partie, cherché à déterminer l'existence des atomes et à les placer dans les circonstances nécessaires, pour qu'ils produisent les phénomènes généraux qui sont observés par les chimistes : cela nous a quelquefois mis en contradiction directe avec l'opinion généralement admise; mais les faits que nous avons exposés sont d'une telle simplicité et susceptibles d'une démonstration si rigoureuse, que je n'ai pas craint de les publier. La géométrie est vraie pour tout le monde : il en est de même de la théorie atomique; seulement, pour étudier ces deux sciences, il faut se reposer sur des bases qui sont tellement simples, qu'elles échappent aux démonstrations et ne peuvent être considérées que comme des axiomes.

Pour refuter ce qui a été avancé dans la première partie, il faudra partir de données aussi précises et faire usage d'une logique aussi sévère que celle qui en a dicté la rédaction. Pour ce qui appartient à la deuxième

partie, mon intention étant seulement de faire comprendre la théorie atomique appliquée à la chimie, à ceux qui ne la connaissent pas, je n'y ai exposé que ce qui était nécessaire pour atteindre ce but; et il n'a pas même été fait application des nouvelles théories indiquées par la première partie, tant dans la crainte de manquer mon but, que dans celle de détourner de cette science avant de l'avoir exposée telle qu'elle est.

S'il m'est permis d'exposer mon avis, je pense que la composition des corps cessera d'être représentée par les formules atomiques, pour certaines raisons que je vais détailler; mais la science des atomes ne périra pas, une autre destinée lui est réservée : bientôt elle formera une science à part, antique, mais nouvelle par sa précision; elle s'accroîtra tous les jours et deviendra la source commune de toutes les sciences ayant la nature pour objet, que l'on considère les êtres bruts ou animés.

On abandonnera les formules atomiques pour représenter la composition des corps, parce l'on n'est jamais assuré que ces formules indiquent réellement la composition d'une molécule intégrante (§ XI); parce que, n'exprimant que le rapport des élémens, on n'a

que deux choix à faire pour ne point nager dans une mer d'incertitude : l'expression la plus simple, ou les équivalens. L'expression la plus simple n'étant pas celle de la vérité, ni ce qu'il y a de plus commode, on adoptera les équivalens qui offrent tous les avantages possibles; mais si l'on adopte les équivalens, on fera certainement usage de formules différentes de celles qui ont été usitées jusqu'à ce jour, et ayant une tout autre signification; ce que je voulais démontrer. Je puis dire, à l'avantage de cette manière de voir, que deux des hommes dont la France a le plus à s'honorer, sous le rapport de leurs travaux chimiques et de la saine philosophie qui les a guidés dans leurs recherches, n'ont jamais abandonné les équivalens qui ont réellement un avantage immense sur les formules atomiques, pour la rapidité des calculs; mais afin qu'ils en offrent autant pour faire des équations qui, à n'en pas douter, sont la source des récentes et brillantes découvertes que l'on a faites dans la chimie dite organique, nous proposerons de représenter les équivalens par certains caractères faciles à retenir; mais avant tout, honneur, cent fois honneur à celui qui a trouvé les formules chimiques!

Ce que je propose sera d'une exécution

facile : il s'agit simplement de représenter chaque équivalent de matière élémentaire, par les mêmes signes que M. Berzélius a adoptés pour les atomes; seulement de les écrire en capitales italiques, qui, jusqu'à présent, ont été peu usitées : ainsi C, B, O, deviendraient *C*, *B*, *O*. Quant à leur arrangement réciproque, il serait convenable d'adopter l'ordre alphabétique, qui est invariable et se prête facilement aux calculs; tandis que l'ordre électro-chimique et celui qui serait fondé sur une nomenclature qui se modifie pour chaque découverte, sont sujets à trop de changemens.

Il est ici besoin d'appeler l'attention sur quelque chose qui pourrait être utile dans la supposition où les caractères des équivalens seraient adoptés : c'est que ceux-ci sont divisibles, tandis que les atomes ne le sont pas, et que l'on pourrait écrire $\frac{B}{4}$ aussi bien que si l'on écrivait B × 4, et $Fe^{1,5}$ ou $Fe^{1\frac{1}{2}}$, aussi bien que Fe^2.

Il existe dans le dernier volume de la cinquième édition du *Traité de Chimie* de M. Thenard, une table d'équivalens qui est très-bien faite, et qui nous servira de guide.

ÉQUIVALENS REPRÉSENTANT LES CORPS SIMPLES.

Noms des corps simples.	Signes.	Poids.	Rapports des équivalens avec les poids atomiques.
Aluminium.	*Al*	114,111	$\frac{Al}{1,5}$
Antimoine*.	*Sb*	1612,904	Sb × 2.
Argent.	*Ag*	1351,607	Ag × 2.
Arsenic.	*As*	940,084	As × 2, Berzélius ; et As, Dumas.
Azote.	*Az*	177,036	Az × 2
Baryum.	*Ba*	856,880	Ba.
Bismuth.	*Bi*	886,917	$\frac{Bi}{1,5}$
Bore.	*B*	272,408	B × 4.
Brôme.	*Br*	979,026	Br × 2.
Cadmium.	*Cd*	696,767	Ca.
Calcium.	*Ca*	256,019	Cd.
Carbone.	*C*	76,528	C.

* Ainsi que dans la table de M. Thenard, les métaux qui, en se combinant à l'oxigène, jouent plus souvent le rôle d'acide que celui de base, tirent leur poids de la quantité de métal qui entre dans un équivalent d'acide. Pour l'antimoine, l'équivalent tiré de la base serait $\frac{Sb}{3}$.

Noms des corps simples.	Signes.	Poids.	Rapports des équivalens avec les poids atomiques.
Cérium.	*Ce*	574,696	Ce.
Chlore.	*Cl*	442,650	Cl × 2.
Chrôme.	*Cr*	351,819	Cr.
Cobalt.	*Co*	368,991	Co.
Colombium.	*Ta*	1153,715	Ta.
Cuivre.	*Cu*	395,695	Cu.
Étain.	*Sn*	735,294	Sn.
Fer.	*Fe*	339,205	Fe.
Fluor.	*F*	233,800	F × 2.
Glucynium.	*Be* / *G*	220,840	$\frac{\text{Be.}}{1,5}$
Hydrogène.	*H*	124,796	H × 2.
Iode.	*I*	1579,500	I × 2.
Iridium.	*Ir*	1233,499	Ir.
Lithium.	*L*	80,375	L.
Magnésium.	*Ma*	158,352	Ma.
Manganèse.	*Mn*	345,887	Mn
Mercure.	*Hg*	2531,646	Hg × 2.
Molybdène.	*Mo*	598,520	Mo.
Nickel.	*Ni*	369,675	Ni.
Or.	*Au*	2486,026	Au × 2.
Osmium.	*Os*	1244,487	Os.
Oxigène.	*O*	100,000	O.
Palladium.	*Pa*	665,899	Pa.
Phosphore.	*P*	196,155	P.
Platine.	*Pt*	1233,499	Pt.

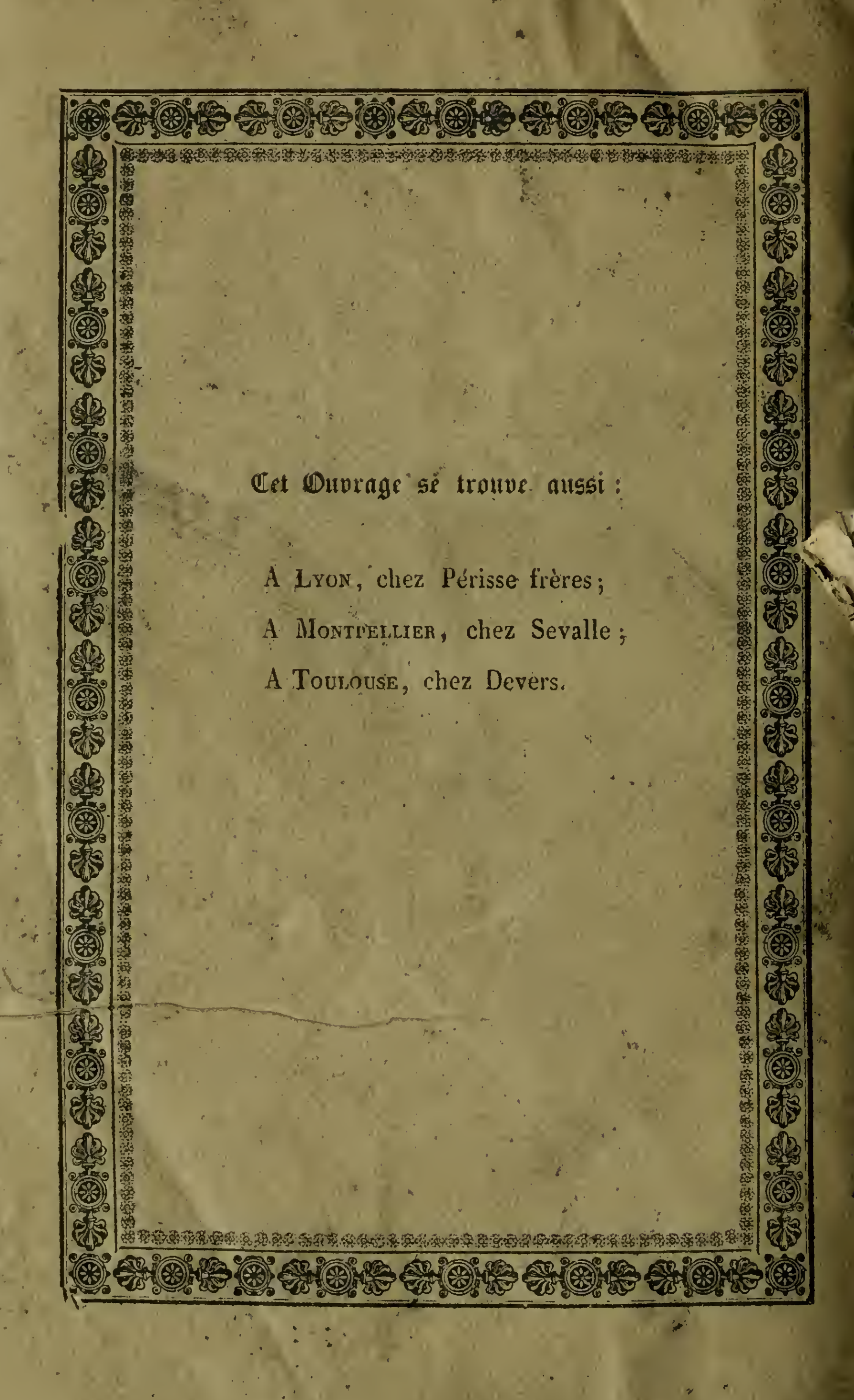
Noms des corps simples.	Signes.	Poids.	Rapports des équivalens avec les poids atomiques.
Plomb.	*Pb*	1294,498	Pb.
Potassium.	*K*	489,916	K.
Rhodium.	*R*	434,258	$\frac{R}{1,5}$.
Sélénium.	*Se*	494,581	Se.
Silicium.	*Si*	277,312	Si × 2.
Sodium.	*Na*	290,897	Na.
Soufre.	*S*	201,165	S
Strontium.	*St*	587,285	St.
Tellure.	*Te*	802,120	Te.
Thorium.	*Th*	844,9	Th.
Titane.	*Ti*	303,662	Ti.
Tungstène.	*W*	1183,00	W
Urane.	*U*	2711,358	U.
Vanadium.	*V*	855,840	V.
Yttrium	*Y*	948,609	Y.
Zinc.	*Zn*	403,226	Zn.
Zirconium.	*Zr*	280,083	$\frac{Zr}{1,5}$

En jetant les yeux sur le tableau qui précède, on voit que peu de nombres sont changés; cela tient évidemment à ce que les meilleures raisons que l'on a eues pour adopter les poids atomiques les plus usités, étaient de prendre ceux qui donneraient les formules les plus simples pour faciliter les calculs.

Il est inutile de donner des détails sur l'usage des équivalens : on s'en sert de la même manière que si l'on avait affaire à des atomes; seulement, avant d'opérer, il faut bien remarquer s'ils ont la même valeur que ceux-ci.

Eût-on oublié tout ce qui a été dit jusqu'à présent, on va voir que, pour l'usage qu'on en peut faire, il est possible d'enseigner la théorie atomique en quelques mots : que l'on se rappelle qu'il existe des corps réputés simples, que chacun d'eux est représenté par un signe, et qu'à ce signe est affecté un nombre qui exprime un poids. Si pour les opérations que l'on aura à faire, on substitue ces nombres aux signes correspondans, à l'aide de l'arithmétique ordinaire, on pourra satisfaire aux calculs les plus difficiles que la chimie ait encore exigés, et ce n'est pas peu dire en faveur de la simplicité et de la lucidité de cette science qui marche la première des sciences naturelles par ses nombreuses applications aux besoins de la vie.

FIN.



Cet Ouvrage se trouve aussi :

A Lyon, chez Périsse frères;

A Montpellier, chez Sevalle;

A Toulouse, chez Devers.